

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра автоматизації та управління в технічних системах**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ О.І. Ролік

«__»_____2019 р.

**Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра
з напрямку підготовки 6. 050201 «Системна інженерія»
на тему: «Стенд для лабораторних робіт з контролю та конфігурації
вбудованих систем з віддаленим керуванням»**

Виконав:

студент IV курсу, групи ІА-51

Коваленко Кирило Олександрович _____

Керівник:

зав.каф., д.т.н., проф. Ролік О.І. _____

Рецензент: _____

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____

Київ – 2019 рік

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Стенд для лабораторних робіт з контролю
та конфігурації вбудованих систем з віддаленим
керуванням»**

Київ – 2019 рік

ЗМІСТ

ЗМІСТ	3
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	5
ВСТУП	6
1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ.....	8
1.1 Аналіз вбудованих систем.....	8
1.1.1 Системи автоматичного керування.....	11
1.1.2 Вбудована система GOLDI	13
1.1.3 Цифрові системи передачі даних	13
1.1.4 Аналіз технічних характеристик Banana PI.....	14
1.1.5 Аналіз технічних характеристик Raspberry Pi	16
1.1.6 Аналіз технічних характеристик Orange Pi Zero	18
1.2 Аналіз протоколів передачі даних.....	20
1.2.1 Аналіз протоколу Ethernet.....	20
1.2.2 Аналіз технології Wi-Fi	22
1.2.3 Аналіз особливостей протоколу Remote desktop protocol ...	24
1.2.4 Аналіз особливостей Team Viewer	24
1.2.5 Аналіз особливостей протоколу Telnet.....	26
1.2.6 Аналіз особливостей протоколу SSH.....	27
1.3 Висновки до розділу 1	28
2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ СТЕНДУ.....	30

					ІА51.120БАК.005 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				
Розроб.		Коваленко К.О.			Стенд для лабораторних робіт з контролю та конфігурації вбудованих систем з віддаленим керуванням. Пояснювальна записка	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Ролік О.І.					3	61
						НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського", ФІОТ, гр. ІА-51		
Н. контр.								
Затверд.								

2.1 Загальний опис структурної схеми	30
2.2 Обґрунтування вибору конструктивних особливостей стенду ..	31
2.3 Висновки до розділу 2	32
3 ВИБІР ОКРЕМИХ ВУЗЛІВ ТА ЕЛЕМЕНТІВ	33
3.1 Вибір способу віддаленого доступу	33
3.2 Вибір основи вбудованої системи	33
3.3 Вибір датчика температури.....	34
3.4 Вибір реле	35
3.5 Висновки до розділу 3	38
4 РОЗРОБКА СТЕНДУ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З КОНТРОЛЮ ТА КОНФІГУРАЦІЇ ВБУДОВАНИХ СИСТЕМ З ВІДДАЛЕНИМ КЕРУВАННЯМ	40
4.1 Розроблення тестової моделі стенду.....	40
4.2 Первинна конфігурація системи.....	41
4.3 Вибір середовища розробки.....	44
4.4 Підключення та налаштування периферійного обладнання	49
4.5 Пам'ятка користувачеві.....	55
4.6 Висновки до розділу 4	57
ВИСНОВКИ.....	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

DNS – Domain Name System – доменна система імен;

FAT32 – File Allocation Table – таблиця розташування файлів;

GOLDi – The Grid of Online Laboratory Devices Ілменау – мережа інтернет-лабораторних пристроїв Ілменау;

GPIO – General Purpose Input Output – Інтерфейс введення та виведення загального призначення;

IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers – Інститут інженерів з електротехніки та електроніки;

IDE – integrated development environment – Інтегроване середовище розробки;

IP – Internet Protocol address – адреса інтернет протоколу;

LAN – Local Area Network – локальна комп'ютерна мережа;

OSI – The Open Systems Interconnectio – модель взаємоз'єднань відкритих систем;

RDP – Remote Desktop Protocol – протокол віддаленого робочого стола;

RXD – Received Data – отримані дані;

TCP – Transmission Control Protocol – протокол керування передачею;

TF – TransFlash;

TXD – Transmitted Data – передані дані

SSH – Secure Shell – безпечна оболонка;

STP – Spanning Tree Protocol – протокол кістякового дерева;

UART – Universal asynchronous receiver/transmitter – Універсальний асинхронний приймач / передавач

USB – Universal Serial Bus – універсальна послідовна шина;

UTP – Unshielded twisted pair – неекранована вита пара;

VLAN – Virtual Area Network – віртуальна локальна комп'ютерна мережа;

WLAN – Wireless Local Area Network – бездротова локальна мережа;

APM – автоматизоване робоче місце;

ПК – Персональний комп'ютер;

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ВСТУП

Важко переоцінити роль різних технічних засобів, агрегатів, машин у сучасному житті. Майже щодня з'являються нові технічні пристрої, здатні спростити нам життя. З бурхливим розвитком інформаційних технологій технічні пристрої все більше характеризуються інтеграцією технічної та технологічної частини.

Всі технічні пристрої потребують постійного контролю, налаштування та діагностики. Використання інформаційних технологій дозволяють створювати системи керування, здатні привести втручання людини до мінімуму.

Стрімкий розвиток інтернету дозволяє створювати системи керування з віддаленим доступом, та керувати такими пристроями дистанційно. Таке керування дозволяє спростити ряд складних питань, як-то:

- підготовка та утримання вузькоспеціалізованого або висококваліфікованого персоналу у зв'язку з тим, що пристрої дедалі стають складнішими технічно та технологічно;
- керування пристроями, що працюють у несприятливих для людини умовах: занадто високі або низькі температури, токсичне або радіаційне середовище, тощо;
- автоматизація промислових процесів;
- запобігання помилок, пов'язаних з людським фактором.

Проте, не кожному підприємству доступне високотехнологічне спеціалізоване обладнання або програмне забезпечення. Саме тому розроблюють та створюють невеликі вбудовані системи з доволі простим та дешевим програмним забезпеченням. Такі системи здатні контролювати та керувати певні частини більшої, складної системи підприємства до якої вони вбудовані. Водночас вбудовані системи безперервно розвиваються та потрібно будувати більш складні та функціональні системи

Постійне зростання потреб в інформаційно-керуючих системах різного призначення змушує розробників обчислюваною техніки активно удосконалювати засоби та способи проектування. Значну долю в удосконаленні займають вбудовані

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

системи та мережі. Вони по функціональному призначенню та конструктивному виконанню тісно пов'язані з об'єктом керування або контролю. Оскільки зростає поширення вбудованих систем, то виникає потреба в їх вивченні. Тому для процесу вивчення структури вбудованих систем, організації до них віддаленого доступу вирішено створити лабораторний стенд з контролю та конфігурації вбудованих систем та надання до нього віддалений доступ через Інтернет з'єднання.

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ

В цьому розділі розглядаються вбудовані системи та протоколи доступу до мережі Інтернет для віддаленого доступу.

1.1 Аналіз вбудованих систем

Вбудовані системи приписують до використовуючих програмне забезпечення та електроніки з цільовим призначенням у великій системі або продукті. Вбудовані системи є більш розповсюдженими, ніж комп'ютер загального призначення, який можна знайти практично в кожному будинку. Таким чином, існує багато прикладів вбудованих систем у повсякденному житті. Вбудовані системи підрозділяються на категорії: окремі, в реальному часі, мережеві та мобільні. Всі чотири типи вбудованих систем знаходяться в повсякденному житті. Прикладів вбудованих систем дуже багато: роботизовані пилососи, світлофори, розумні годинники, електричні іграшки.

Окрім повсякденного життя вбудовані системи також знайшли своє місце в науковій діяльності. Так, на основі вбудованих систем, мережевого з'єднання та простих, або складних механізмів створюються віртуальні та віддалені лабораторії. Перша являє собою відтворену на основі математичних розрахунків, фізичних, хімічних, або інших дослідів програмну модель, з допомогою якої можна провести дослід, та подивитись його результат використовуючи лише комп'ютер та доступ до Інтернету. Віддалену лабораторію можна назвати програмно-апаратним комплексом, так як для проведення експерименту використовується не лише програма, а й збудований механізм.

Вбудовані системи є особливим класом систем, який можна віднести як до автоматизованих, так і до інформаційно-керуючих систем, оскільки вбудована система підтримує (вирішує) ряд автоматизованих завдань і за визначенням є спеціалізованою системою, вбудованою в пристрій, яким вона буде керувати.

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Вбудовані системи широко використовуються в побутовій техніці, промисловій автоматичі, в телекомунікаційних системах, військовій та аерокосмічній техніці, медичному обладнанні, та інших областях. Пристроями керування вбудованих систем може бути невеликий пристрій, як-то мікроконтролер, або одноплатний комп'ютер.

До складу простої вбудованої системи входять:

- система електроживлення;
- мікропроцесорний модуль з пам'яттю;
- периферія (датчики, контролери введення-виведення, виконавчі елементи).

Вбудовані системи важко розподілити за класами, тому їх прийнято розподіляти за характером використання. При такій класифікації виділяються найважливіші характеристики вбудованих систем.

За галузями застосування ринок вбудованих систем може бути сегментовано наступним чином:

- автомобільний сегмент;
- телекомунікація;
- медицина
- промисловість;
- побутова техніка;
- військова і аерокосмічна техніка
- та інші.

Однією з найскладніших і трудомістких категорій вбудованих систем є системи управління різними типами рухомих об'єктів (повітряними, водними, сухопутними). Цікавим як для дітей так і для дорослих є клас ігрових рухомих об'єктів, а саме:

- безпілотні літаки;
- гелікоптери;
- квадрокоптери;
- дистанційно-керовані автомобілі та катери.

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Приклад однієї з таких розважальних вбудованих систем зображено на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Квадрокоптер, як приклад розважальної вбудованої системи

Традиційно класифікувати вбудовані системи починають по функціональному показнику. По призначенню класифікація є також лише умовною. Спроба такого розподілу наведена нижче:

- системи автоматичного керування;
- вимірювальні системи та систему збору інформації з датчиків;
- інформаційні системи «запит-відповідь» реального часу (платіжні системи, резервування білетів);
- цифрові системи передачі даних (телекомунікаційні системи);
- складні ієрархічні системи реального часу;
- системи керування рухомими об'єктами;
- підсистеми вбудованої системи загального керування;
- мультимедійні системи.

Функціональна класифікація дозволяє непрямым чином формувати характеристику кожної групи вбудованих систем. Однак розкид властивостей проектних шаблонів виявляється в цьому випадку дуже широкий, що знижує

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

значимість такої класифікації для розробника. Окрім класифікації по призначенню можливий розподіл вбудованих систем ще й за такими характеристиками:

- складність системи (великі, середні, малі);
- топологія системи (зосереджені, розподілені);
- особливість реалізації реального масштабу часу (м'який або жорсткий реальний час);
- конструкція (моноблок, модульна, розширювана або нерозширювана);
- інші функціональні або нефункціональні характеристики.

Також вбудовані системи можна класифікувати за фазами життєвого циклу (Run Time):

- інструментальні можливості системи;
- тип платформи в залежності від можливостей (частково приховані, котра здатна оновлюватись шляхом додавання інших екземплярів вбудованих систем).

Особливе місце в класифікації вбудованих систем займають мобільні та інтернет платформи, які починають використовуватися в якості терміналів, котрі можна транспортувати та мережеві контролерні платформи, з допомогою яких будуються нові вбудовані системи.

1.1.1 Системи автоматичного керування

Системою автоматичного керування називають комплекс пристроїв, що призначенні для автоматичної зміни одного або декількох параметрів об'єкта керування з метою коректування його режиму роботи. Система автоматичного керування забезпечує підтримку заданих регулюємих параметрів в потрібному для системи константному значенні. Прикладом загальної структури системи автоматичного керування є схема, зображена на рисунку 1.2.

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

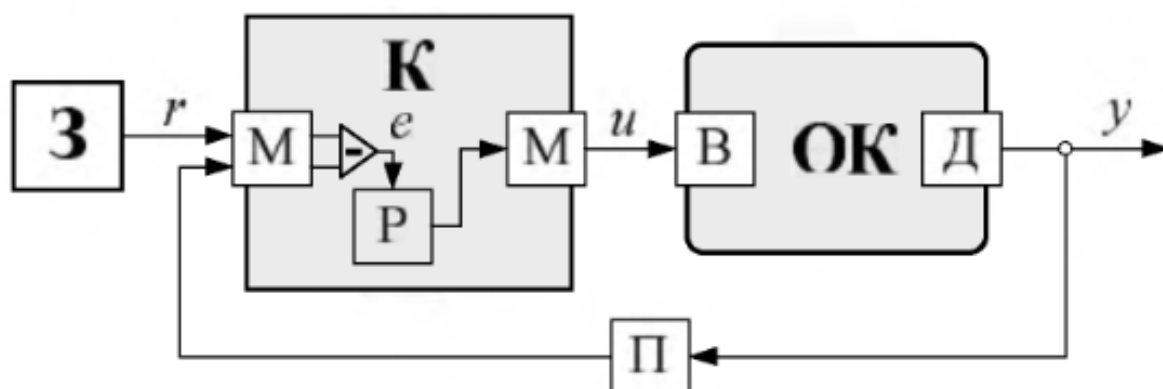


Рисунок 1.2 – Приклад загальної структури системи автоматичного керування: З – задаючий пристрій; К – апаратний контролер; М – модулі введення-виведення; Р – програмний регулятор; ОК – об’єкт керування; В – виконавчі пристрої; Д – датчики. [1]

По типу управління система автоматичного керування поділяються на:

- замкнуті;
- розімкнені;
- комбіновані.

В замкнених системах коло проходження сигналів являє собою замкнений контур, до складу якого входить пристрій керування та об’єкт керування. В таких системах відхилення керованої величини від бажаних значень компенсується зворотнім зв’язком.

В розімкнених системах автоматичного керування проходить по заданому шляху. При цьому не враховується аналіз та облік зовнішніх факторів в процесі роботи керованого об’єкта. Тобто, на пристрій керування не поступають сигнали, що несуть інформацію про поточний стан системи, іноді вимірюються та компенсуються основні із завад.

В комбінованих системах керування використовуються обидва вище описаних принципи. Такі системи використовуються в складних технічних системах, наприклад, підприємства, транспортні засоби.

1.1.2 Вбудована система GOLDI

Технічним університетом німецького міста Ільменау був розроблений проект по створенню мережі лабораторій з вивчення, побудови, керування та контролю вбудованих систем [2]. Представництво GOLDi є в п'яти країнах, включаючи Україну.

В рамках проекту створено декілька віртуальних експериментів та реальних макетів з віддаленим керуванням. Для того щоб провести експеримент достатньо зареєструватися на сайті та обрати експеримент, його тип та спосіб керування установкою.

На вибір представлено шість варіантів керування, з них три віртуальні, та три реальні. Контролер “Manual Control” дозволяє керувати деякими стендами через кнопки на комп'ютері, або натискаючи на відповідні кнопки в інтерфейсі користувача. Для інших типів керування фізичною системою потрібно написати невеликий скрипт.

В даній лабораторії розроблено десять фізичних систем. З них три системи змодельовані віртуально, шість змодельовані та мають фізичний аналог та одна система лише побудована і не має віртуального аналогу. За роботою реальних стендів можна спостерігати через веб-камеру.

Після вибору типу експерименту та контролю виконується перехід до вікна проведення експерименту, де зображено графічну модель системи та її справжній аналог, якщо був обраний реальний тип системи, та, в залежності від обраного типу контролю, кнопки, або поле для написання скрипту. Також представлені приклади експериментів, які уже були проведені на цьому макеті.

1.1.3 Цифрові системи передачі даних

Інформація передається через фізичне середовище за допомогою різних технічних пристроїв. Таким середовищем можуть бути кабелі, повітря, оптична лінія та інші. Відносно висока вартість споруд для побудови ліній та кабелів

					IA51.120BAK.005 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

обумовлює необхідність їх найбільш ефективного використання. Задля цього створюються системи передачі даних.

Системи передачі даних забезпечують високоякісну та надійну передачу по одній лінії зв'язку великої кількості однорідної або різних сигналів даних в автоматизованих системах керування. Для забезпечення великої кількості одночасно діючих каналів передачі даних використовуються методи багатоканального електрозв'язку. Дані методи роблять ці канали зв'язку практично незалежними один від одного канали передачі даних, завдяки чому можна передавати інформацію різного типу.

Для передавання аналогового сигналу по цифровій системі передачі даних на передавальній стороні сигнал спочатку перетворюється в цифрову (дискретну) форму за допомогою аналогово-цифрового перетворювача. Якщо на приймальній стороні користувачу чи іншій системі потрібен той же сигнал в аналоговій формі — то використовується зворотній перетворювач — цифрово-аналоговий.

1.1.4 Аналіз технічних характеристик Banana Pi

Banana Pi M2 Ultra (рисунок 1.3) - це мінікомп'ютер виготовлений на основі відкритого програмного коду. За основу даного одноплатного комп'ютера взято це 4-ядерну версію Banana Pi. Серед основних особливостей цієї версії мікрокомп'ютера можна виділити: наявність WiFi, невеликі габарити, а також чіп Allwinner H3. Мікрокомп'ютер підтримує операційні системи

- Android;
- Debian Linux;
- Ubuntu Linux;
- Raspberry Pi.

					IA51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		



Рисунок 1.3 – Одноплатний комп'ютер Banana PI

Banana Pi M2 Plus містить на собі роз'єми:

- Gigabit Ethernet
- HDMI;
- роз'єми USB 2.0;
- слот для microSD карт пам'яті.

Характеристики для роботи з відео також вражають, мінікомп'ютер підтримує розширення відео 1080P, а також має здатність виводу відео якістю 4K. Серед мінусів плати слід окремо виділити відсутність підтримки SATA тобто для під'єднання жорсткого диска слід користуватися роз'ємом USB.

Функціональні особливості:

- На платі розміщені 2 планки оперативної пам'яттю місткістю 512 МБ кожна;
- постійна пам'ять реалізована вмонтованою картою EMMC ємністю 8 ГБ;
- на платі також розташований інтерфейс для під'єднання відео камери;
- кнопки увімкнення та перезавантаження розташовані з різних сторін плати.

Технічні характеристики:

- Живлення: 5 В, 2 А;

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- кількість ядер процесора: 4;
- графічний процесор: Mali400MP2;
- мережеві можливості: Ethernet 10/100/1000, WiFi 2.4G 150 МБ/с;
- GPIO: 40 пінів. [3]

Даний мікрокомп'ютер підходить по характеристикам, але його вартість дуже висока, крім того він має функції, які непотрібні в рамках даного проекту, такі як підтримка виводу відео в якості 4К, графічний процесор та інтерфейс для відео камери.

1.1.5 Аналіз технічних характеристик Raspberry Pi

Raspberry Pi 3 (рисунок 1.4) являє собою третю генерацію мікрокомп'ютерів на архітектурі ARM. Нове покоління засновано на інтегрованому рішенні від Broadcom моделі BCM2837. Ключовими відмінностями від попередника є 64-бітний процесор ARM Cortex-A53, оснащений чотирма ядрами по 1,2 ГГц, відеопідсистема з оновленою графікою VideoCore IV.

Крім звичного Ethernet порту, арсенал комунікаційних можливостей новинки поповнили радіо інтерфейси WiFi 802.11n і Bluetooth версії 4.1 за реалізацію яких відповідає модуль BCM43438. Не дивлячись на високу щільність розташування елементів на контактній платі і технічні переваги вдалося зберегти колишні габарити і обсяг оперативної пам'яті на рівні 1 Гб, а продуктивність щодо Raspberry Pi другого покоління зросла приблизно на 55%.

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		



Рисунок 1.4 – Raspberry Pi 3

Технічні характеристики:

- CPU - 1.2GHz;
- Пам'ять - 1GB LPDDR2;
- Операційна система - Linux, OpenElec & XBMC, RetroPie, RISC OS, Firefox OS, Plan 9, Android, Pipboy, Windows 10 IoT;
- Ethernet;
- HDMI;
- Аудіо 3.5mm;
- 4 x USB 2.0;
- GPIO 40-pins;
- microSD;
- 802.11n wireless LAN та Bluetooth 4.1;
- Живлення – 2.5A, 5V. [4]

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

По технічним характеристикам цей одноплатний комп'ютер також підходить, його вартість нижче, ніж у Banana Pi, але все ще дорогий та також має зайві функції, такі як HDMI, аудіо вихід.

1.1.6 Аналіз технічних характеристик Orange Pi Zero

Orange Pi Zero – це новинка від Shenzhen Xunlong, яка вражає своїми невеликими габаритами. Але мініатюрний розмір не єдине, чим може похвалитися нова модель – вона має:

- досить потужний 4-ядерний процесор з підтримкою кодування відео;
- графіку Mali400MP2 з частотою 600 МГц;
- вбудований Wi-Fi (XR819 Чіп);
- порт Ethernet 100 Мбіт з підтримкою POE живлення (стандартно вимкнено).

Одноплатний комп'ютер Orange Pi Zero відмінно підходить для побудови вбудованих систем управління і систем контролю. Підтримує наступні операційні системи:

- Linux Ubuntu;
- Linux Debian;
- MATE;
- Android;
- Armbian і інші.

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

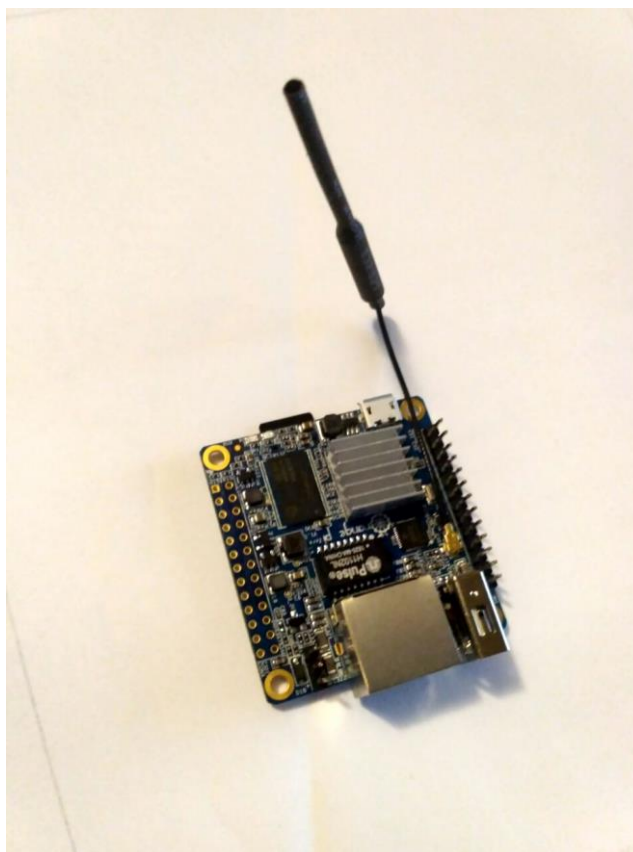


Рисунок 1.5 – Orange Pi Zero

За обсягом оперативної пам'яті виробник надав вибір: 256MB у стандартній версії, 512Mb – в розширеній. Цікавою особливістю плати є можливість додати SPI флеш-пам'ять, яка дозволить зберігати дані, навіть коли живлення вимкнено. Вбудованої пам'яті немає, але Orange Pi Zero підтримує карти формату MicroSD, тому зі зберіганням даних проблем не виникне. До речі, Orange Pi Zero - перша плата сімейства Orange Pi, яка живиться від MicroUSB роз'єму. Це робить її ще більш універсальною і цікавою.

Технічні характеристики Orange Pi Zero:

- Вбудований мікрофон;
- USB 2.0 x 1, USB OTG 2,0 x 1;
- 26 пінів GPIO, сумісних з Raspberry Pi B +, 13 пінів GPIO з USB x 2, AUDIO (MIC, AV);
- Світлодіоди стану і активності;
- Налагоджувальний порт. [5]

					IA51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Orange Pi Zero задовольняє поставленій задачі. Перевагами цього одноплатного комп'ютера перед попередніми є:

- невисока вартість;
- відсутність зайвих елементів, таких як HDMI, аудіо роз'єм, інтерфейс для відеокамери.
- при необхідності додавання до проекту додаткових елементів (відео, аудіо, тощо), їх можна придбати окремо та досить просто підключити.

1.2 Аналіз протоколів передачі даних

1.2.1 Аналіз протоколу Ethernet

Інформація переноситься з паперових носіїв на хмарні. Нині більше половини населення Землі так чи інакше пов'язане з Інтернетом. [6] Для підключення до Інтернету є багато способів, одним з них є дротовий, базований на протоколі Ethernet.

Протокол Ethernet працює одночасно на двох рівнях моделі OSI. Це рівень фізичний та канальний. Базова еталонна модель взаємодії відкритих систем модель OSI є абстрактною моделлю для розробки мережі та комунікації приладів в ній. Вона представлена семирівневою моделлю, де кожен рівень обслуговує свою частину процесу. Модель OSI має такий вигляд:

1. Прикладний рівень;
2. Рівень представлення;
3. Сеансовий рівень;
4. Транспортний рівень;
5. Мережевий рівень;
6. Канальний рівень;
7. Фізичний рівень.

З цього випливає, що Ethernet працює лише на двох останніх рівнях моделі OSI. На фізичному рівні стандарт Ethernet визначає дротове з'єднання та

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

електричні сигнали. Формат кадрів та протоколи доступу до даних – на каналному.

На початку своєї історії дані передавалися по коаксіальному дроту, швидкість передачі була 3 Мбіт/с. [7] Проте пізніше з'явилась можливість використовувати виту пару або оптичний кабель.



Рисунок 1.6 – Конектор 8P8C

На рисункк 1.6 показано кабель UTP з конектором 8P8C, вита пара, котрий використовується на сьогоднішній день. Цей конектор застосовується в мережах згідно стандартів 10BASE-T, 100BASE-T(x) та 1000BASE-T(x).

Переваги витої пари над коаксіальним кабелем можна виділити такі:

- низька вартість кабелю;
- можливість роботи в дуплексному режимі;
- збільшена завадостійкість;
- можливість електроживлення деякого обладнання по технології Power over Ethernet.

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Також можна виділити те, що більш надійна мережа, побудована по витій парі. Вона будується за топологією «зірка» або «кільце».

В першій топології центральний комутатор з'єднаний окремо з різним обладнанням і обрив зв'язку з одним з них не впливає на інші.

Друга топологія замикає собою комутатори з центральним, та при розриві зв'язку з одним із них протокол STP перебудовує мережу в іншу сторону, завдяки чому зв'язок з іншими комутаторами перебудовується через інший бік.

По коаксіальному кабелю мережа будується за топологією «шина», де розрив зв'язку з одним вузлом впливає на все інше обладнання;

Іншим способом підключення віддаленої системи до Інтернету є бездротове з'єднання за допомогою технології Wi-Fi.

1.2.2 Аналіз технології Wi-Fi

Wi-Fi є технологією бездротового зв'язку пристроїв в локальній мережі на основі стандартів IEEE 802.11. По замовчуванню, Wi-Fi в діапазоні частоти 2,4 ГГц. В цьому діапазоні також працює велика кількість обладнання, наприклад, пристрої, що підтримують Bluetooth, або мікрохвильові печі. В зв'язку з цим погіршується якість прийому-передачі сигналу та даних. Також так як мережа, побудована на Wi-Fi працює «в повітрі», то і фізичні об'єкти, такі як стіна або меблі також ускладнюють якість зв'язку.

Попри це, Wi-Fi має свої переваги над технологією Ethernet, такі, як: підключення більше одного користувача, мобільність використання.

Дана технологія дозволяє економити кошти за рахунок відсутності необхідності прокладати метри кабелю, а простота установки не забирає час на складні ремонтно-технічні роботи. Розширення і реконфігурація мережі для WLAN не є складним завданням: призначені для користувача пристрої можна інтегрувати в мережу, встановивши на них бездротові мережні адаптери.

Бездротові мережі використовують радіочастоти, оскільки радіохвилі всередині приміщення проникають через стіни і перекриття. Діапазон або область

					IA51.120BAK.005 ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

охоплення більшості систем WLAN досягає 160 м, в залежності від кількості та виду перешкод. Швидкість роботи можна порівняти зі швидкістю кабельної мережі. Так же, як і в звичайній мережі, пропускна здатність мережі WLAN залежить від її топології, завантаження, відстані до точки доступу і т.д. Кількість користувачів практично необмежено. Його можна збільшувати, просто встановлюючи нові точки доступу.

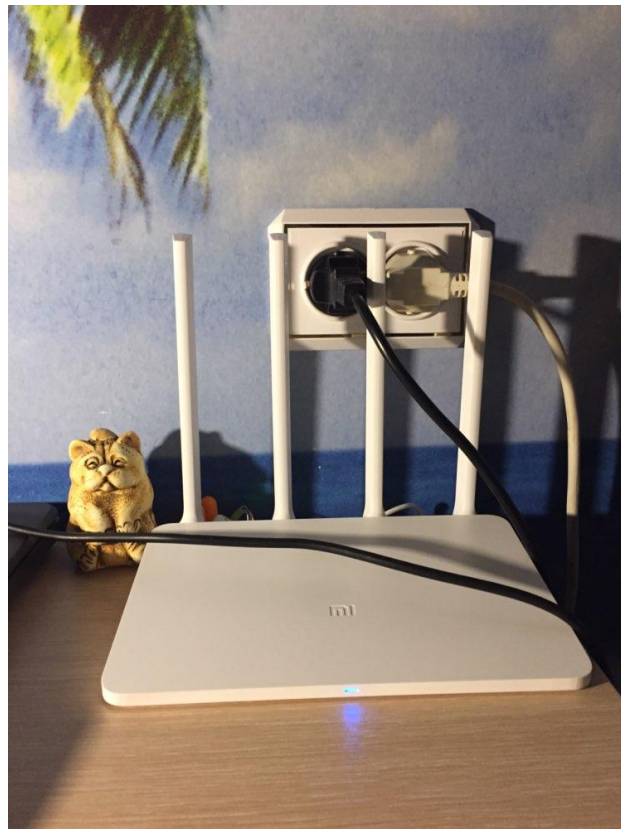


Рисунок 1.7 – Маршрутизатор для доступу до Wi-Fi

На рисунку 1.7 зображено маршрутизатор, з допомогою якого відбувається з'єднання до мережі Інтернет. Даний маршрутизатор має в собі 5 Ethernet портів для дротового підключення та можливість з'єднання по Wi-Fi

Таким чином можна побачити, що Wi-Fi є більш зручним за Ethernet, адже не потрібно комутувати дроти для підключення великої кількості пристроїв. Проте, Ethernet надійніший за Wi-Fi, через те, що сигнал передається не в повітрі, а через мідний дрід, тому він є завадостійким, на відміну від Wi-Fi.

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Тому вирішено в даній роботі використовувати обладнання з можливістю вибору того чи іншого способу підключення в залежності від зручності та надійності.

1.2.3 Аналіз особливостей протоколу Remote desktop protocol

Даний протокол використовується для забезпечення віддаленої роботи з сервером. На сервері запускається режим термінальних з'єднань, де уся робота виконується на сервері, а на локальний термінал приходить тільки графічна про виконання, тому пристрій з якого підключається має мале навантаження, оскільки він здійснює лише перенаправлення вводу інформації до серверу. [8]

Для роботи по RDP на сервері повинен бути зареєстрований користувач зі своїм паролем. Підключення відбувається через спеціальне програмне забезпечення, де вводиться «білий» IP серверу, логін, пароль і можна починати роботу.

Особливості RDP:

- можливість використання сучасних методів шифрування даних;
- підтримка повноцінної передачі кольору;
- відтворення звуку з серверу на локальній машині;
- можливість передачі даних та збереження їх на локальному пристрої;
- підтримка буферу обміну локальної машини для серверу.

Протокол RDP має лише спосіб підключення з графічним інтерфейсом, що для даного проекту є зайвою функцією. Також через цей протокол не дуже висока швидкість передачі та ускладнений доступ до системних розділів.

1.2.4 Аналіз особливостей Team Viewer

Це платне програмне забезпечення, котре забезпечує доступ до віддаленого комп'ютеру. На сервер і клієнт ставиться програма Team Viewer. Обидвом

					IA51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

пристроюм видається свій номер та пароль, за якими клієнт заходить на віддалену машину. Ці номери динамічні, тому користувач, який підключається повинен зв'язатися з адміністратором віддаленого комп'ютера та дізнатись цей номер з паролем.

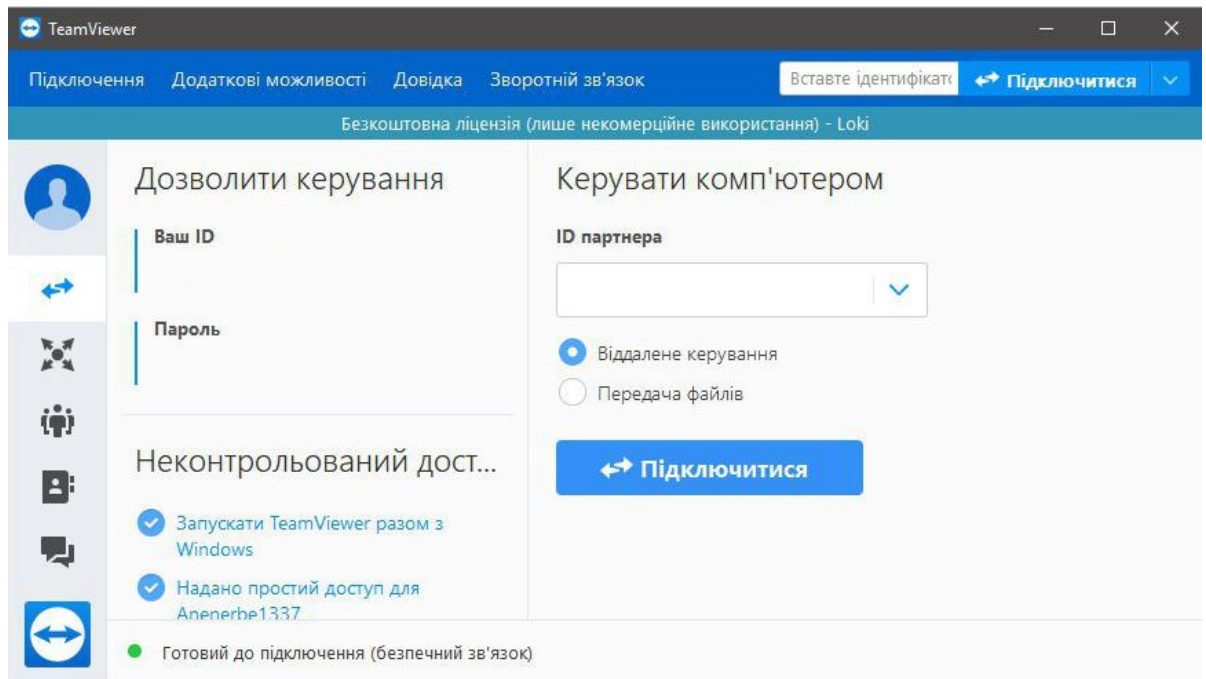


Рисунок 1.8 – Вікно очікування підключення до віддаленого комп'ютера

На рисунку 1.8 зображене вікно програмного забезпечення Team Viewer. На ньому ми можемо побачити два поля «Ваш ID» та «Пароль» (зафарбовані в цілях безпеки). Поруч є поле, в яке вводиться ID комп'ютера, до якого буде відбуватися підключення.

Особливості Team Viewer:

- підтримка кросплатформеності;
- зашифроване з'єднання;
- при придбанні продукту та реєстрації в системі видається окремий номер для аккаунта;
- можливість перезапуску віддаленого комп'ютеру та запуск комп'ютеру з режиму сну. [9]

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

В цілому, додаток непоганий, але для поставлених задач він не підходить, оскільки, як і попередній приклад це програмне забезпечення є тільки з графічним інтерфейсом, окрім цього воно повинне бути завжди включеним, потрібно бути впевненим, що номер та пароль для доступу не змінено. Також є обмеженим час сесії в безкоштовній версії, що ставить деякі незручності при роботі.

1.2.5 Аналіз особливостей протоколу Telnet

Даний тип з'єднання є без графічного інтерфейсу. По Telnet встановлюється з'єднання по протоколу TCP, встановлюється текстовий термінальний зв'язок між двома пристроями. Так як даний протокол є текстовим і потрібно вводити команди, Telnet має свої вбудовані команди для роботи з віддаленим пристроєм. Проте, цей протокол не є зашифрованим.

Особливості Telnet:

- працює в одному з двох режимів – построчний або посимвольний. В першому пишеться ціла команда, потім відправляється на віддалений ПК, і виконується, в другому – передача виконується після кожного введенного символу, що може завдати деякі незручності, наприклад, при введенні невірної символу його неможливо буде стерти, адже кнопка `backspace`, що видаляє попередньо введенний символ також буде відправлятися на видалений ПК;
- є допомога по вбудованим командам та їх синтаксису;
- можливе керування системою видаленого ПК;
- працює в полудуплексному режимі – передавати в один момент часу може тільки один користувач. [10]

Саме через те, що протокол Telnet не володіє протоколом захищеності та шифрування даних, його використання в рамках даного дипломного проекту є неможливим.

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

1.2.6 Аналіз особливостей протоколу SSH

SSH прийшов на заміну Telnet, він отримав криптографічний захист, шифрування даних, що забезпечує конфіденційність та цілісність даних в мережі Інтернет.

При створенні з'єднання користувач вводить свій логін та пароль від віддаленого пристрою, отримує від нього зашифрований ключ, який буде збережений в системі на локальному комп'ютері. Цей ключ складається з двох частин. Перша зберігається на локальному комп'ютері, інша – на віддаленому сервері. Також сервер зі свого боку має свій ключ, зашифрована частина якого буде зберігатися на локальному комп'ютері. При підключенні по SSH, окрім свого ключа користувач також отримує ключ сервера. Головною особливістю таких ключів є те, що навіть отримавши доступ до локального комп'ютера неможливо просто так взяти й вкрасти їх. Ці ключі не передаються з сервера до клієнта та навпаки.

Також, окрім вбудованого шифрування криптографічних ключів, їх можна додатково захистити паролем. Зазвичай, даний пароль при підключенні один раз запитається, а потім деякий час буде зберігатися. По виходу цього часу пароль буде запитуватись знову.

Як вже було сказано, даний ключ складається з двох частин:

- id_rsa.pub – публічна частина, вона копіюється на сервер, до якого потрібно отримати доступ;

- id_rsa – закрита частина, вона зберігається на локальному комп'ютері та при авторизації на сервер, цією частиною користувач «доводить» серверу, що він має доступ до нього.

На рисунку 1.9 зображено перше підключення до віддаленої машини. В такому разі протоколом SSH видається зашифрований ключ, який у разі успішного з'єднання буде збереженим на обидвох комп'ютерах.

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

```

root@orangepizero:/# ssh kiraPi@localhost
The authenticity of host 'localhost (:::1)' can't be established.
ECDSA key fingerprint is SHA256:YUh7bbyePhLjg3eD/fFGfc7Sjactw8M+Zq4JOtuZBi8.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no)? yes
Warning: Permanently added 'localhost' (ECDSA) to the list of known hosts.

```

Рисунок 1.9 – Процес підключення по SSH

Особливості SSH:

- криптографічне шифрування;
- можливість відкривати програми з графічним інтерфейсом;
- повний доступ до можливостей віддаленого пристрою;
- використовується протокол TCP з використанням режиму терміновості;
- є три методи ідентифікації та автентифікації: по IP адресі клієнта, по публічному ключу та захищений паролем;
- паролі передаються в зашифрованому вигляді;
- є контроль цілісності даних. [11]

Виходячи з вище наведених даних найоптимальнішим буде використання протоколу SSH для підключення до віддаленої системи. Оскільки, даний протокол має високу захищеність за допомогою ключів шифрування. Також доволі просте використання та він є безкоштовним для використання. Також для використання на системах с операційною системою Linux не потрібно завантажувати окремий додаток, оскільки SSH вже вбудований у систему.

1.3 Висновки до розділу 1

У результаті виконання першого розділу досліджено, що вбудовані системи широко поширені не лише в промисловості, а й в повсякденному житті.

Вбудовані системи використовуються в побутовій техніці, промисловій автоматизації, в телекомунікаційних системах, військовій та аерокосмічній техніці, медичному обладнанні, та інших областях. Розглянуто існуючу віддалену лабораторію, яка надає доступ до проведення експериментів з реально побудованими механізмами.

					IA51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Для керування вбудованими системами використовується віддалений доступ по мережі Інтернет. Для підключення до якої є декілька варіантів підключення. Для даного проекту доцільніше використовувати підключення віддаленої системи до мережі Wi-Fi.

Проаналізувавши існуючі рішення висунуто вимоги до проектованої системи, за якими і буде проектуватися лабораторний стенд:

- система повинна керувати обладнанням, до якого вона вбудовується;
- вона повинна керуватися віддалено через Інтернет.

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ СТЕНДУ

При проектуванні даного дипломного проекту вирішено розробити структурну схему стенду, котру можна побачити на рисунку 2.1 та на кресленику ДЗ.

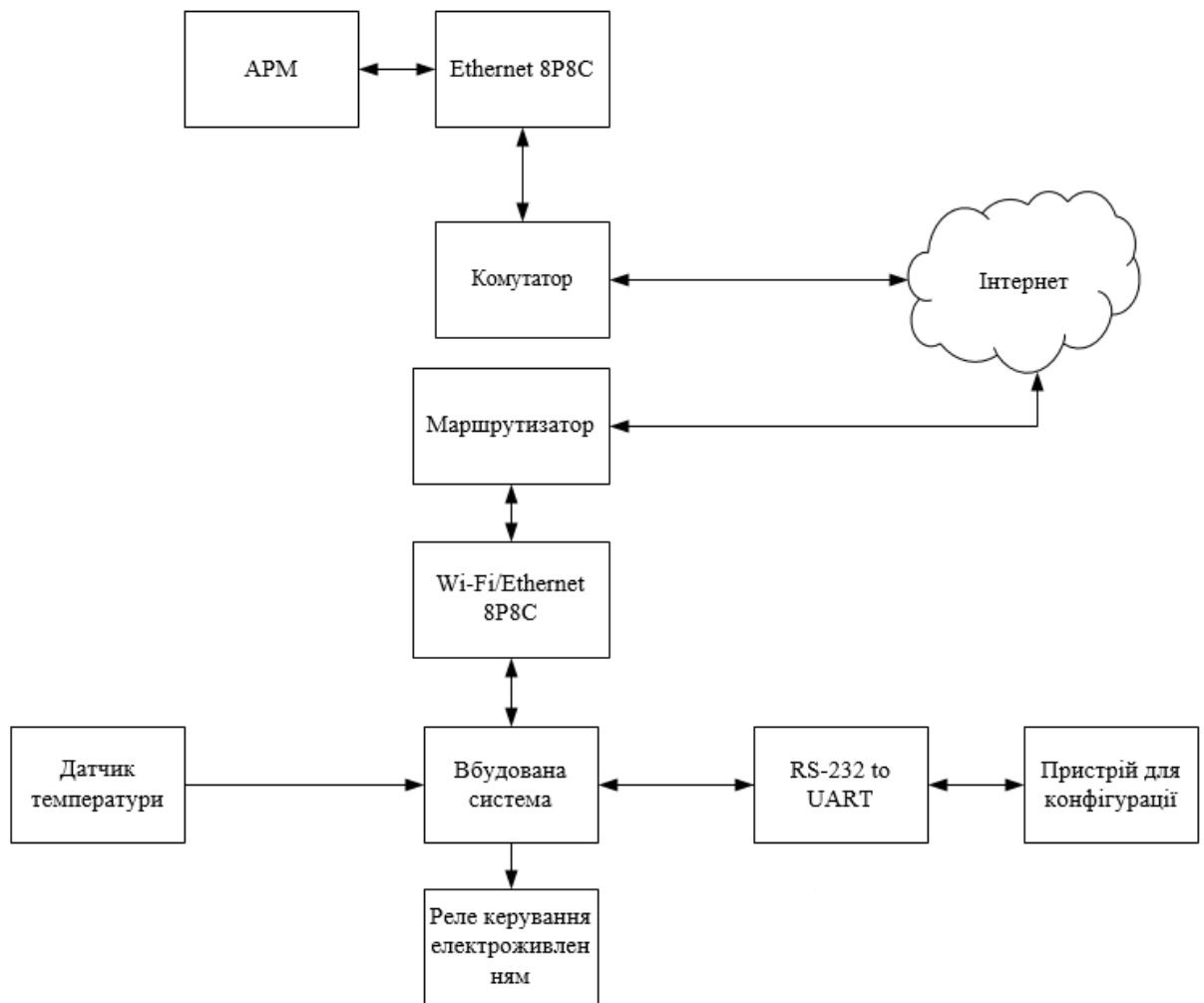


Рисунок 2.1 – Структурна схема стенду

2.1 Загальний опис структурної схеми

На кресленику умовно позначені елементи стенду та елементи віддаленого доступу до неї, а саме:

- АРМ – віддалений елемент керування;
- Ethernet 8P8C, коммутатор, Інтернет, маршрутизатор та Wi-Fi;

- вбудована система, датчик температури, реле керування електроживлення, RS-232 to UART та пристрій для конфігурації – стенд.

Блок АРМ зображає віддалене автоматизоване робоче місце. З нього буде відбуватися підключення, керування та налаштування віддаленої системи та елементів, що до неї підключені. АРМ підключається по Ethernet конектору, типу 8P8C до комутатора. З комутатора АРМ має доступ до мережі. Використовуючи протокол мережевого з'єднання SSH користувач під'єднується до віддаленої системи.

Оскільки розроблювана в даному проекті вбудована система має декілька варіантів підключення до мережі Інтернет, то підключатись вона буде до маршрутизатора по Ethernet 8P8C або по Wi-Fi.

До системи також підключений датчик температури. Він потрібен для того, щоб дізнаватися про температуру в приміщенні. Знати яка температура важливо, оскільки при сильному нагріванні обладнання може зіпсуватися.

Вбудована система по конектору RS232 to UART підключається до консольного порту мережевого обладнання. З ціллю економії електроенергії мережеве обладнання підключене до іншого електричного вводу. Для віддаленого керування поданням електроенергії до мережевого обладнання прийнято рішення в розрив електричного кола встановити реле. Дане реле буде керуватися одноплатним комп'ютером, котрий був обраний за основу вбудованої системи в розділі 1.1.

2.2 Обґрунтування вибору конструктивних особливостей стенду

Оскільки це стенд, то цільова аудиторія даного проекту є вищі навчальні заклади. Для організації навчального процесу можна розмістити стенд в лабораторії, а керувати нею з іншої аудиторії.

Система буде встановлюватися по місцю, де потрібно конфігурувати обладнання. Тому виникає необхідність організації доступу до мережі. Це може бути як локальна мережа, так і мережа Інтернет.

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Оскільки вбудована система буде керувати обладнанням, то потрібна наявність засобів керування. Зручним, простим у використанні та налаштуванні інтерфейсом керування є Serial port. За допомогою цього інтерфейсу можна підключитись до мережевого обладнання та керувати ним. Також повинен бути інтерфейс вводу/виводу загального призначення для підключення периферії, як, наприклад, датчик температури.

Найголовнішим є можливість організації електроживлення для даного стенду.

2.3 Висновки до розділу 2

Дослідження, виконані у другому розділі дипломної роботи, спрямовані на опис стенду для лабораторних робіт з вбудованою системою та віддаленим керуванням.

В результаті виконання другого розділу сформовано завдання дипломного проекту. Досліджено склад вбудованої системи. На основі досліджень про склад вбудованих систем, сформульовано короткі технічні вимоги. Розроблено структурну схему систем. Елементи структурної системи та їх дії також описані. Обґрунтовано вибір конструктивних особливостей стенду.

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

3 ВИБІР ОКРЕМИХ ВУЗЛІВ ТА ЕЛЕМЕНТІВ

3.1 Вибір способу віддаленого доступу

Віддалений доступ представляє собою функцію з'єднання одного пристрою з іншим через мережу Інтернет з можливістю виконувати дії на обладнанні до якого підключаються. Утиліти для віддаленого доступу дозволяють керувати робочим столом, файловою системою, змінювати налаштування на дистанційному обладнанні. Саме через це найважливішим при з'єднанні через небезпечну мережу Інтернет є захист особистої інформації.

Найкращим варіантом для організації віддаленого доступу є протокол SSH, оскільки він безкоштовний, не потрібно встановлювати додаткове програмне забезпечення, є повний доступ до віддаленої системи через термінал та відтворення програм з графічним інтерфейсом за необхідності.

3.2 Вибір основи вбудованої системи

Основою для стенду повинен стати комп'ютер з Ethernet портом, UART портом для передачі даних та інтерфейсом введення-виведення даних. Протокол UART це фізичний протокол передачі даних. Найбільш відомий – це протокол RS-232. Саме цей протокол і буде використовуватись в даному проекті. Основні робочі лінії в RS-232 – RXD та TXD. Передає лінія – TXD (Transmitted Data), а порт RXD (Received Data) – приймаюча. Ці лінії задіяні при передачі даних без апаратного керування потоком даних. Вихід передавача TXD з'єднаний з входом приймача RXD та навпаки.

Для виконання завдання поставленого в рамках даного дипломного проекту можна зібрати стаціонарний ПК, або вибрати зі вже готових зібраних. Але для даного проекту ПК має кілька значних недоліків – він занадто дорогий, велика енергозатратність, великі габаритні розміри, ускладнена інтеграція до системи, що може бути меншою по розмірам за комп'ютер, не має по замовчуванню Wi-Fi

					IA51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

модулю та інтерфейсу GPIO, що ускладнює додавання в систему датчиків. Тому за основу обрано взяти одноплатний комп'ютер. Такий вибір обумовлений наступними перевагами:

- має невеликі розміри;
- низька енергозатратність, що дає змогу жити від акумулятора;
- має необхідні інтерфейси;
- відкритий програмний код;
- набагато дешевше за ПК.

На даний час одноплатних комп'ютерів є велике різноманіття. При виборі одноплатного комп'ютеру для даного проекту оглянуто декілька варіантів, що описано в розділі 1.1. Усі вони підходять для виконання задач, поставлених в даному проекті, їхні характеристики схожі.

За основу даної системи було вирішено взяти одноплатний комп'ютер Orange Pi Zero. По технічним характеристикам він має все, що потрібно, відсутні зайві функції, простий у використанні та конфігурації. Також у разі потреби розширення функціоналу системи доволі просто це реалізувати.

3.3 Вибір датчика температури

Мережеве обладнання має обмеження в граничній температурі роботи. Потрібно знати яка температура повітря поблизу свіча, щоб оцінити ситуацію про його нагрів.

Датчик температури DHT11 має комплекс датчиків температури з каліброваним цифровим вихідним сигналом. Використовуючи ексклюзивну техніку прийому цифрових сигналів і датчиків температури і вологості, вона забезпечує високу надійність і відмінну довгострокову стабільність. Цей датчик включає компонент для вимірювання вологості резистивного типу та компонент вимірювання температури NTC, а також підключається до високопродуктивного 8-бітного мікроконтролера, що пропонує відмінну якість, швидку реакцію, здатність до перешкод та економії.

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Даний датчик вимірює температуру від 0 С° до +50 С°. При цьому його точність є ± 2 С°. Працює він від живлення 3-5.5 В, 2 А. [12] Також даний датчик окрім виміру температури дає можливість вимірювати вологість

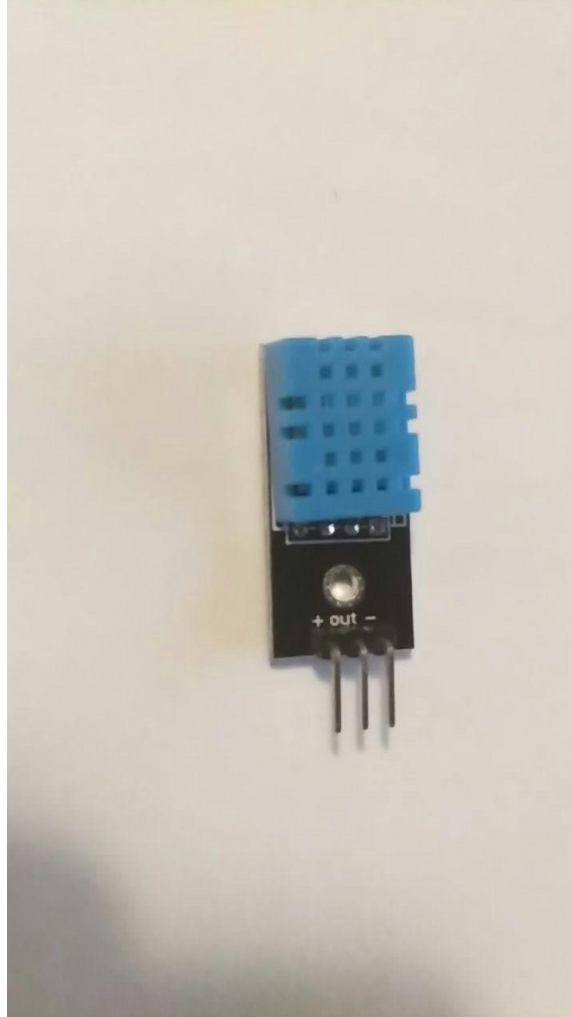


Рисунок 3.1 Датчик температури LM35dz

Основною причиною вибору даного датчика для проектованої системи, крім того що він відповідає всім необхідним вимогам, є його низька ціна і досить просте застосування.

3.4 Вибір реле

В сучасному світі дуже важливим є збереження електроенергії, адже заради цього виснажуються ресурси планети. Оскільки мережеве обладнання забирає на

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

себе велику її кількість, то, коли непотрібно його використання, бажано тримати вимкненим, або перевести в режим зберігання енергії.

Щоб віддалено вмикати та вимикати електричні прилади можна використовувати простий винахід – реле. Реле – це комутаційний винахід, який автоматизує перемикання електричного кола.

Реле бувають наступних видів:

- електромагнітні;
- напівпровідникові (твердотільні);
- електромеханічні;
- феродинамічні;
- індукційні реле;
- електронні;
- та інші.

Реле реагують на різні види фізичних величин, такі як:

- електричні;
- механічні;
- теплові;
- оптичні;
- магнітні;
- акустичні;

В даному дипломному проєкті може бути використаним реле напівпровідникове, або електромеханічне. Порівняємо характеристики даних типів реле.

Напівпровідникове реле являє собою електронний пристрій без рухливих частин. Вони створені для включення та відключення систем з високою потужністю за допомогою низької напруги, що подається на клеми керування. Напівпровідникове реле має в собі датчик, що реагує на вхідний керуючий сигнал та твердотільну електроніку, що включає в собі електромережу з високою потужністю. Даний тип реле використовується в мережах як постійного, так і змінного струму.

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Електро механічне реле найбільш поширений вид реле. Такі реле реагують на наступні електричні параметри:

- напруга;
- сила току;
- потужність;
- електричний опір кола.

В залежності від функцій, що виконують електро механічні реле, їх поділяють на логічні та вимірювальні. Логічні реле призначене для спрацьовування та відпускання в залежності від зміни вхідної змінної впливу. Вхідна змінна впливу – це електрична величина, на яку реагує реле, якщо вона впливає на нього при певних умовах.

Для даного дипломного проекту вирішено використовувати електро механічне реле, оскільки в проектованій системі не планується використовувати електричні схеми з великими потужностями.

Тому, було обрано одно каналне реле JQC-3FF-S-Z (рисунок 3.2). Дане реле з низьким рівнем тригера та двома портами стану реле – нормально відкритим та нормально закритим. Це означає, що через один з цих двох портів виводу завжди буде подаватися електрика. Різниця в тому, коли вона проходить через той або інший порт. Коли на канал даних подається електрика, то відкривається «нормально закритий» порт та навпаки – коли живлення на канал даних не подається – відкритим стає «нормально відкритий» порт.

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

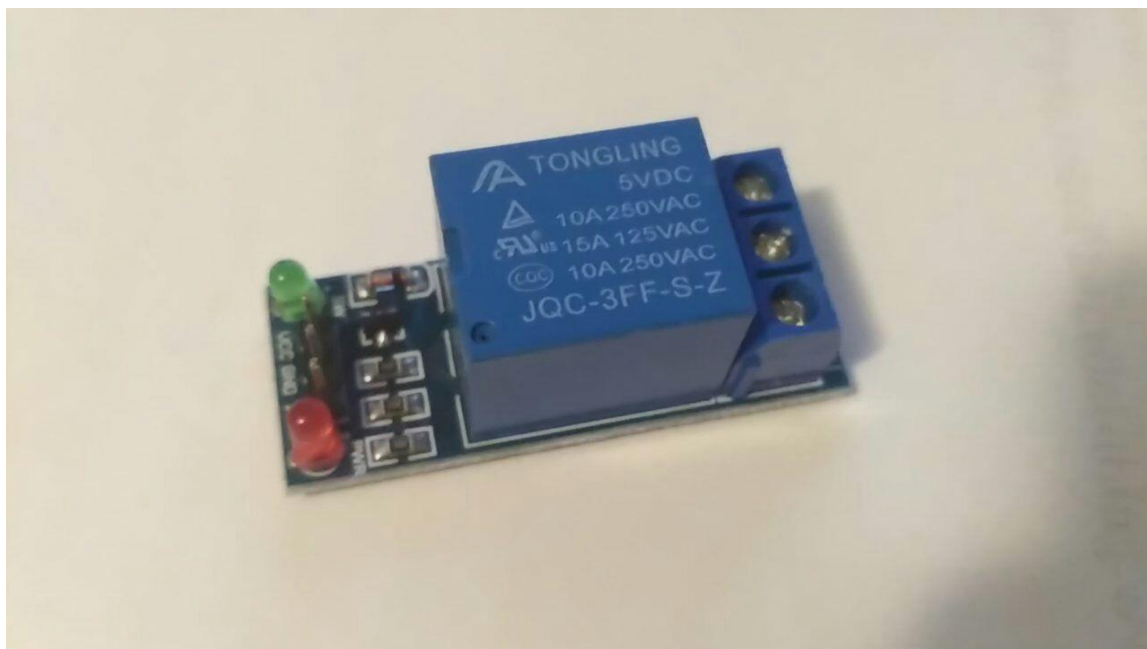


Рисунок 3.2 Реле JQC-3FF-S-Z

Дане реле обладнане двома світлодіодами, які показують стан перемикача реле. Для перемикання електроенергії воно ставиться в розрив електричного кола та підключається до GPIO мікроконтролера, або одноплатного комп'ютера. З одноплатного комп'ютера посилається сигнал на перемикання стану реле. Після цього коло замикається та електричні пристрої, що були під'єднані вмикаються, або вимикаються.

3.5 Висновки до розділу 3

Дослідження, виконані у третьому розділі дипломної роботи, спрямовані на розробку стенду для лабораторних робіт з вбудованою системою та віддаленим керуванням.

Для початку до вбудованої системи було поставлено певні вимоги. Виходячи з цих вимог було розглянуто популярні методи підключення до видаленого пристрою через Інтернет. Розглянувши особливості даних методів був обраний найоптимальніший – SSH.

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Основою вбудованої системи було вирішено зробити одноплатний комп'ютером, оскільки вони дешеві, функціонал та периферія відповідають заявленим у вимогах до системи.

Також дуже важливим в роботі системи є температура. Адже при підвищенні температури пристрої починають перегріватися. Через перегрів обладнання може зіпсуватися то потрібна буде повна або часткова заміна обладнання. Для спостереження за температурним режимом в кімнаті підключення обладнання вирішено встановити до системи датчик температури.

Також, оскільки важливим фактором для роботи електричних пристроїв є температура, було вирішено додати до системи датчик температури. Він буде знімати покази температури в приміщенні. На їх основі приймається рішення про зміну кліматичного режиму в кімнаті.

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4 РОЗРОБКА СТЕНДУ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З КОНТРОЛЮ ТА КОНФІГУРАЦІЇ ВБУДОВАНИХ СИСТЕМ З ВІДДАЛЕНИМ КЕРУВАННЯМ

4.1 Розроблення тестової моделі стенду

Оскільки тема дипломного проекту зв'язана з мережею Інтернет, то місцем переддипломної практики був обраний Інтернет провайдер ТОВ «МСЕ». За цей час набуті знання про мережеве обладнання, способи підключення до мережі Інтернет.

Та яким би не був спосіб підключення, завжди перед кінцевим обладнанням є комутатор, на який Інтернет приходить. Потім комутатор по активним портам надає доступ до Всесвітньої мережі користувачам.

Під час практики був побудований тестовий макет стенду (рисунок 4.1). Даний стенд демонструє дві сторони підключення. Linksys, сірий комутатор має роль «аплінку» - комутатор, на який приходить Інтернет. Зверху на ньому можна побачити сірий кабель. Він підключений до Serial порту комутатора та до тонкого клієнта, який знаходиться в лівому нижньому кутку рисунка. Через нього відбувається первинна конфігурація.

Для початку потрібно адміністративно включити порти, котрі будуть використовуватися. На даному свічі зайняті два порти – на один по жовтому оптичному патчкорду заходить Інтернет, з іншого, по сірому мідному виходить до тонкого клієнту.

Проте тільки включення порту недостатньо. На обох портах конфігурується VLAN доступу до мережі Інтернет. Також, на порту важливо поставити шейпер та/або рейтліміт. З їх допомогою можна обмежувати швидкість, з якою користувач буде виходити в мережу. У випадку провайдера обмеження швидкості виставляється згідно з договором, в якому прописано пропускну спроможність Інтернет каналу.

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

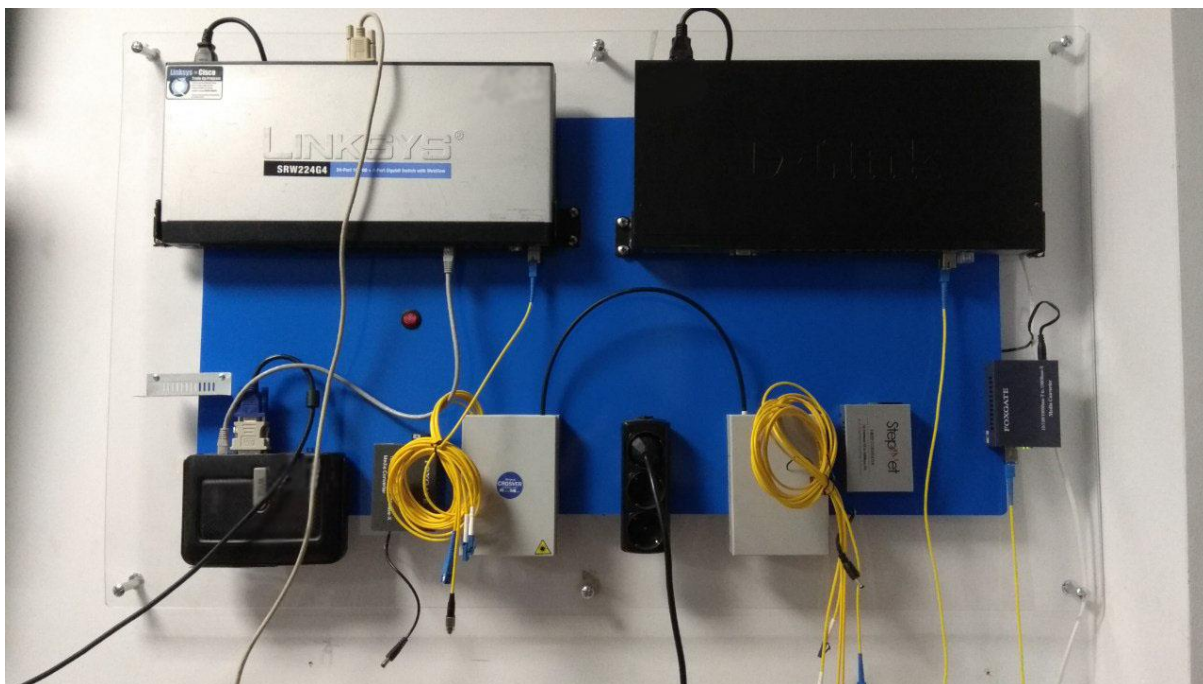


Рисунок 4.1 Тестова модель стенду

Більшість провайдерів видає динамічну IP адресу, або прив'язує її до фізичної адреси комп'ютера, роутера чи іншого обладнання клієнта. Але в ТОВ «МСЕ» використовуються статичні IP адреси. Це означає, що налаштування зі сторони комутатора недостатньо. Потрібно також провести налаштування і зі своєї сторони – в налаштуваннях прописати видану провайдером IP адресу, маску підмережі та DNS. Після проведених налаштувань перевіряємо на тонкому клієнті наявність доступу до Інтернету та швидкість з'єднання.

4.2 Первинна конфігурація системи

Перед початком роботи с одноплатним комп'ютером потрібно встановити на нього операційну систему. Для Orange PI Zero на сайті розробника [13] доступні для вибору декілька операційних систем: кілька збірок Linux (є серверна та звичайна версія Ubuntu, також серверна та звичайна версія Debian), Android (звичайний та спеціально налаштований для Orange PI Zero).

Для даного дипломного проекту обрана операційна система Linux Ubuntu десктопна версія. Дана операційна система дозволить керування портами GPIO для

					IA51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

доступу до реле та датчика температури. Також вона займає небагато місця в пам'яті та не завдає великого навантаження на оперативну пам'ять. До того ж Ubuntu є безкоштовною та з відкритим кодом, що надасть змогу, у разі потреби, переконфігурувати операційну систему під свої потреби.

Оскільки Orange PI Zero не має вбудованої пам'яті, то для встановлення операційної пам'яті потрібно взяти TF картку пам'яті. Для встановлення обрано карту 10 класу на 16 ГБ пам'яті. 10 клас картки дозволяє записувати та зчитувати дані зі швидкістю 10 Мбіт/с.

Для запису операційної системи оберемо програмне забезпечення Rufus. Його можна завантажити на офіційному сайті [14]. Встановлювати його не потрібно, одразу завантажуються виконуваний файл. Вставляємо TF картку пам'яті до роз'єму комп'ютера, з якого виконується налаштування. Оскільки більшість комп'ютерів не підтримує TF картку пам'яті, можливе використання перехідника. Після завантаження та відкриття Rufus бачимо наступне вікно (рисунк 4.2)

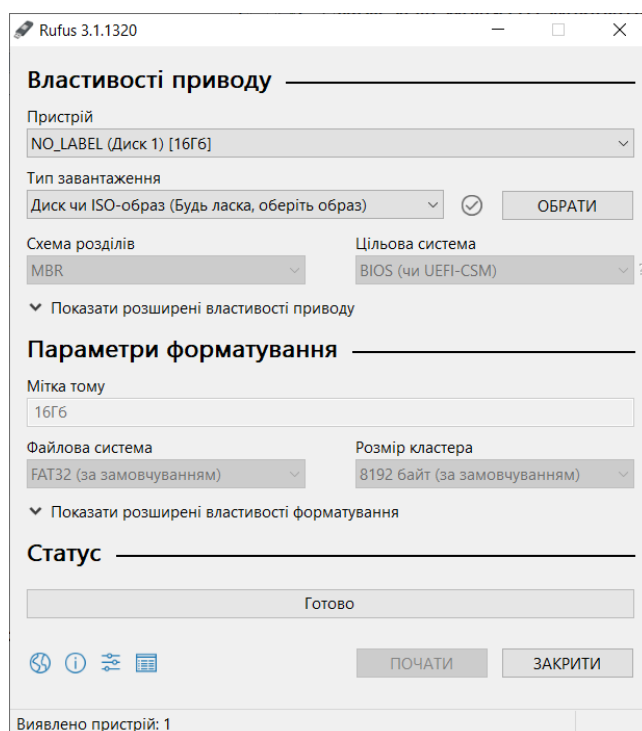


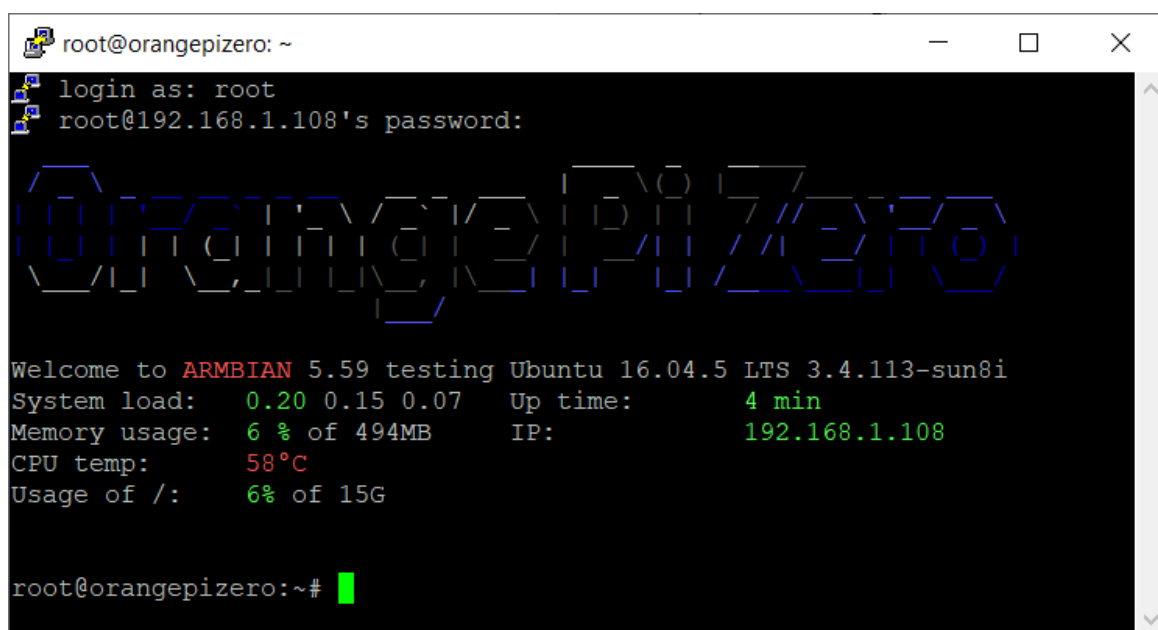
Рисунок 4.2 – Стартове вікно Rufus

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Зверху обираємо потрібний накопичувач, потім завантажений з офіційного сайту Orange образ дистрибутиву Linux Ubuntu. Потім обираємо схему розділів MBR та файловою систему – FAT32. Після обраних параметрів нажимаємо на кнопку «почати». Після запису системи до картки побачимо на екрані відповідне повідомлення.

Вставляємо TF картку до одноплатного комп'ютера, вмикаємо його до електромережі. Почав світитися зелений індикатор, це означає, що комп'ютер працює. При запуску одразу почнеться зчитування даних з картки та через деякий час побачимо, що блимнув червоний індикатор. Це означає, що система встановлена.

Підключаємо одноплатний комп'ютер до роутера через Ethernet порт. По веб інтерфейсу роутера бачимо IP адресу, яку він отримав. По цій IP адресі за допомогою SSH заходимо на одноплатний комп'ютер. Вводимо стандартні логін та пароль, які система одразу дасть змінити. Та бачимо наступне вікно (рисунок 4.3):



```
root@orangezero: ~
login as: root
root@192.168.1.108's password:

Orange Pi Zero

Welcome to ARMBIAN 5.59 testing Ubuntu 16.04.5 LTS 3.4.113-sun8i
System load: 0.20 0.15 0.07 Up time: 4 min
Memory usage: 6 % of 494MB IP: 192.168.1.108
CPU temp: 58°C
Usage of /: 6% of 15G

root@orangezero:~#
```

Рисунок 4.3 – Стартове вікно Orange PI Zero

Тут можна побачити яка система встановлена, завантаженість системи, час, який комп'ютер увімкнений, IP адресу та температуру центрального процесору. Одразу можна помітити, що температура є рівною 58 C°, що є не зовсім критичною,

але близькою до такої, тому важливо спостерігати за температурою центрального процесора та в приміщенні взагалі під час роботи.

4.3 Вибір середовища розробки

Для роботи з GPIO одноплатного комп'ютера однієї операційної системи недостатньо. Управління цими портами організовано через мову програмування Python. Тому потрібно серйозно віднестися до питання з вибором середовища для написання коду.

Середовище програмування має містити редактор коду, компілятор, вікно відлагодження коду. Воно повинно вміти зберігати файли, адже якщо написаний код не буде зберігатися, то потрібно буде щоразу писати новий. Також важливо, щоб виконання коду запускалося з самої IDE, тому що, якщо не буде цієї опції, то для написання коду можна використовувати звичайний текстовий редактор. Також бажано, щоб були опції підсвічування синтаксису коду та автоматичного форматування. Завдяки цим опціям значно полегшиться робота з кодом.

Виходячи з вищенаведених вимог сформуємо список з IDE, котрі можуть бути використані для написання коду. До нього увійдуть лише найпопулярніші з них, оскільки вони підтримуються розробником, є зручними у використанні, адже їх використовує велика кількість людей.

До розгляду обрані наступні IDE:

- Visual Studio;
- Eclipse з розширенням PyDev;
- Sublime Text;
- GNU Emacs;
- PyCharm.

Проаналізуємо кожен з цих IDE та оберемо, те, яке буде використано в якості середовища розробки коду.

Visual Studio (рисунк 4.4) – розроблене компанією Microsoft Windows середовище для програмування. Дане середовище є професійним та підтримує

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

багато мов програмування, в тому числі й Python. Для його використання потрібно зареєструватися на сайті, скачати та встановити на свій комп'ютер. Окрім встановлення самого IDE потрібно також завантажити та встановити додатки для обраних мов програмування.

Це середовище має доволі зручний інтерфейс, вікно написання коду, відлагоджувач коду, вікно класів та вікно наявних помилок.

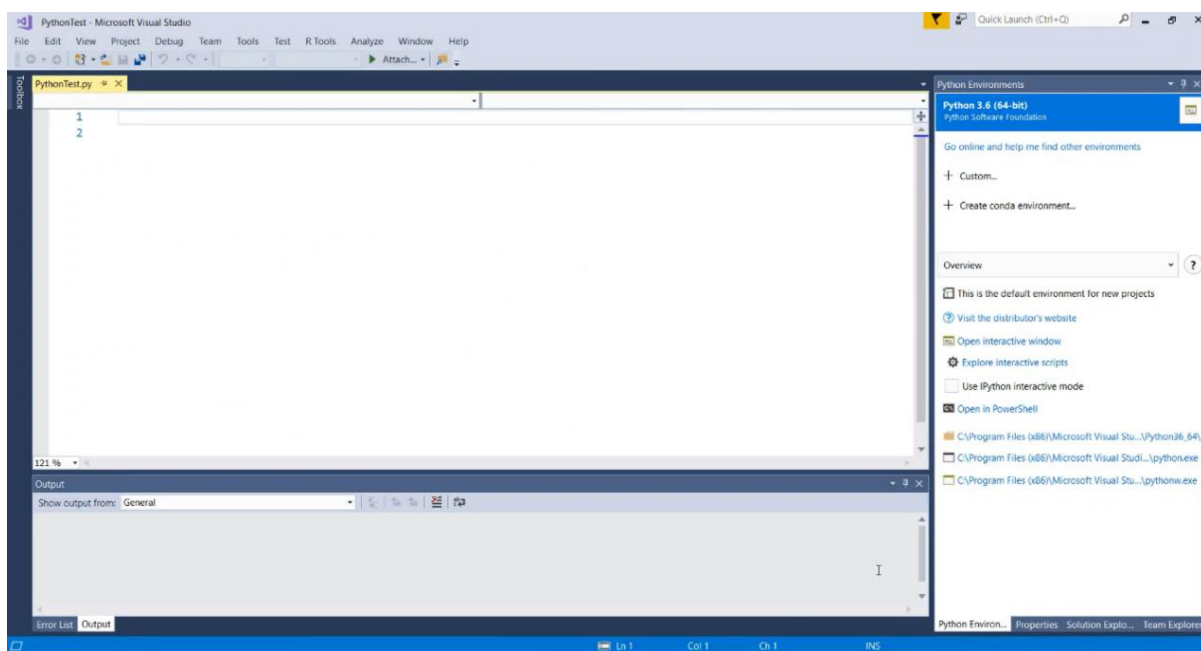


Рисунок 4.4 – Вікно написання коду IDE Visual Studio

Однак, у даного середовища програмування є й недоліки. По-перше воно не є безкоштовним. Розробник надає безкоштовний період, або є безкоштовна версія з урізаним функціоналом, проте за повну версію потрібно заплатити. По-друге дане середовище доступне лише для Windows та Mac OS, оскільки для даного проекту обраний одноплатний комп'ютер з операційною системою Linux, то це IDE не підходить.

Наступним розглянемо Eclipse з розширенням PyDev (рисунок 4.5). Дане середовище для програмування є open-source програмним забезпеченням. Взагалі, дане IDE створювалася для розробки мовою програмування Java. Однак, завдяки встановленню додаткових розширень стало можливо програмувати й іншими мовами, зокрема мовою Python. Для встановлення потрібно зареєструватися та

					IA51.120BAK.005 ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

скачати Eclipse. Після його встановлення необхідно також встановити додаток PyDev для розробки коду мовою програмування Python. Eclipse доступний для таких операційних систем, як Linux, Windows и Mac OS X.

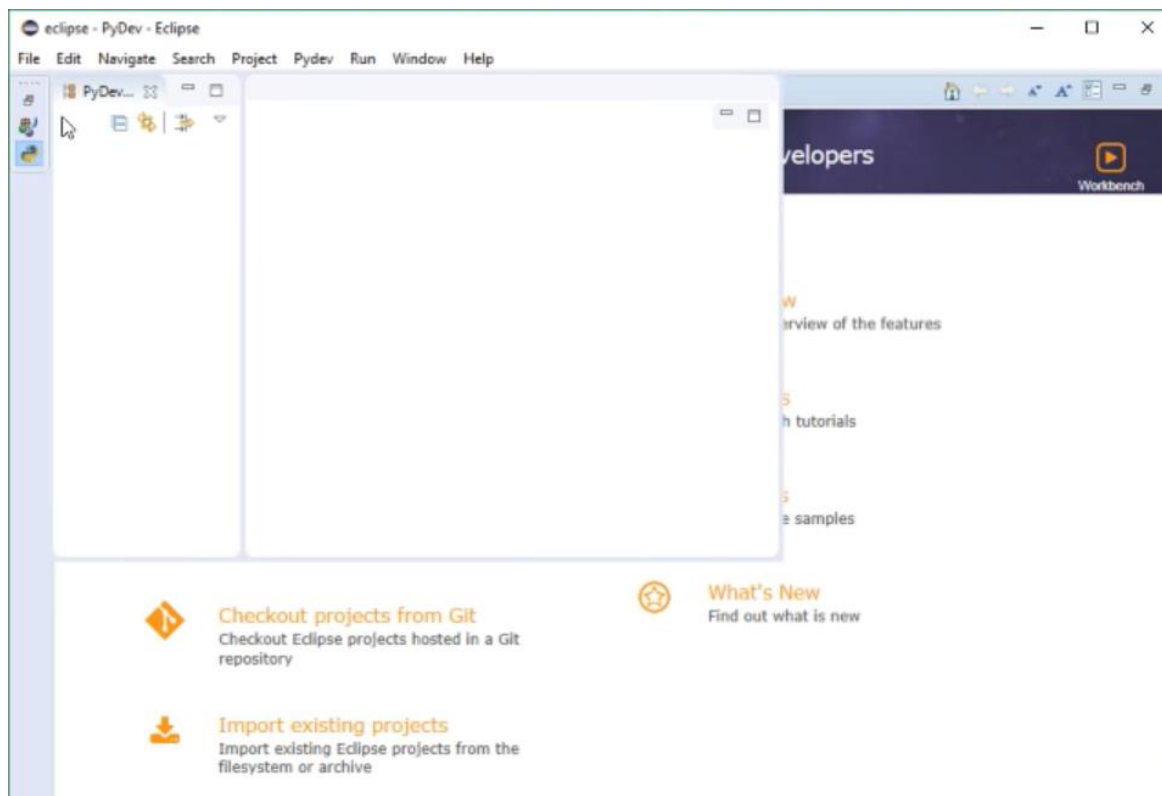


Рисунок 4.5 – Середовище розробки Eclipse з розширенням PyDev

Хоча дане IDE і задовольняє вимогам, інтерфейс додатка є доволі складним для нового користувача. Тому використовувати його для виконання практичної частини завдасть багато складнощів.

Розглянемо редактор коду Sublime Text (3.6). Це середовище програмування візуально схоже на текстовий редактор. Проте, воно має підсвічування синтаксису коду, зручний інтерфейс. Sublime Text доступних на всіх операційних системах. Як і попередні, дане IDE створене для написання коду різними мовами програмування та для написання на Python потрібно буде завантажити відповідне розширення. Але окрім завантаження потрібно буде виконати Python-скрипт, адже усі пакети розширення для Sublime Text написані на Python.

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

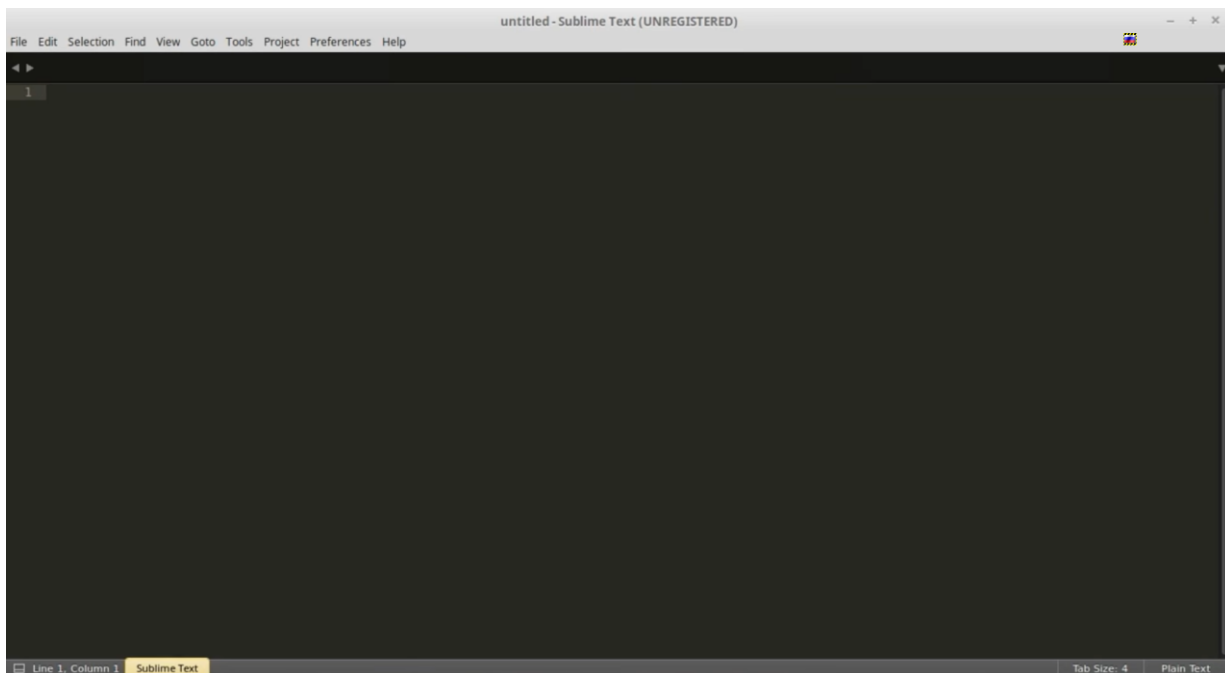


Рисунок 4.6 Вікно програмування Sublime Text

Хоча це середовище розробки і відповідає всім вимогам, поставленим до шуканої IDE, використовувати його для виконання практичної частини даної роботи немає можливості, оскільки Sublime Text є платним продуктом.

Наступним розглянемо середовище GNU Emacs (рисунок 4.7). Дане програмне забезпечення є доволі старим і одним з перших для програмування мовою Python. Проте воно оновлюється і сьогодні. Воно є безкоштовним, встановлення додатку виконується з допомогою терміналу, шляхом написання певних команд.

GNU Emacs доступний для завантаження на будь-якій операційній системі. Також він є безкоштовним, з відкритим кодом. Він має в собі все необхідне – в редакторі коду наявне підсвічення синтаксису, код можна виконувати прямо з IDE. Однак, великим недоліком є те, що кастомізація GNU Emacs можлива лише написанням Lisp-коду до різних скриптів. Це означає, що окрім мови програмування Python доведеться розбиратися ще й Lisp, що завдасть певних незручностей.

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

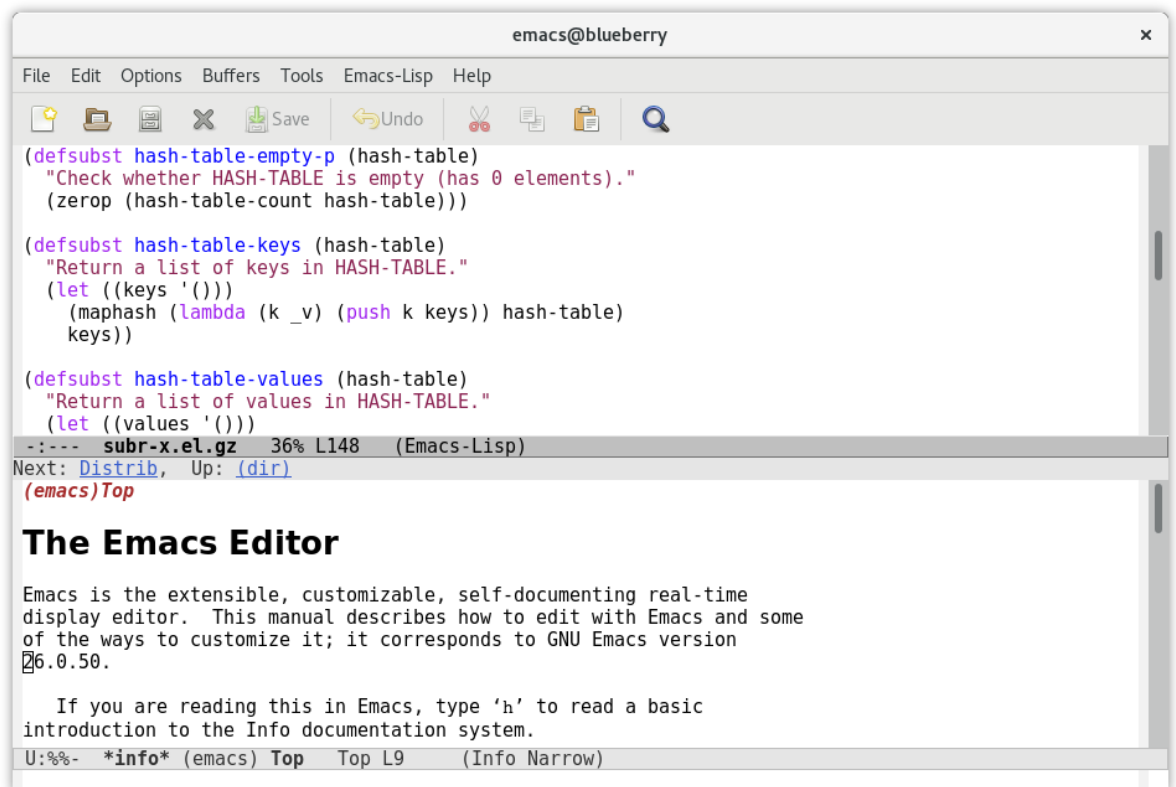


Рис 3.7 Редактор коду GNU Emacs [15]

Цей фактор і змушує відмовитись від використання даного середовища розробки, оскільки може витратитись багато часу для освоєння іншої мови програмування.

Розглянемо середовище програмування PyCharm. Це середовище програмування схоже на Eclipse, але на відміну від нього PyCharm був створений спеціально для написання програм, скриптів мовою Python.

PyCharm доступний для завантаження для Windows, Mac OS X и Linux. Для його завантаження не потрібна навіть реєстрація. На сайті виробника доступно для завантаження дві версії – професійна, розроблена компанією-розробником та версія з відкритим кодом, яка створена спільнотою.

Функціонал у версії спільноти майже не поступається професійній версії, адже спільнота підлаштовує середовище програмування для більшої зручності користування ним. Щоб писати код на Python достатньо створити новий, або відкрити існуючий файл з кодом.

					IA51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Дане середовище програмування здатне запускати виконання коду без встановлення додаткових розширень, має підсвічення синтаксису коду, повідомить про допущену в коді помилку, також наявний відлагоджувач коду.

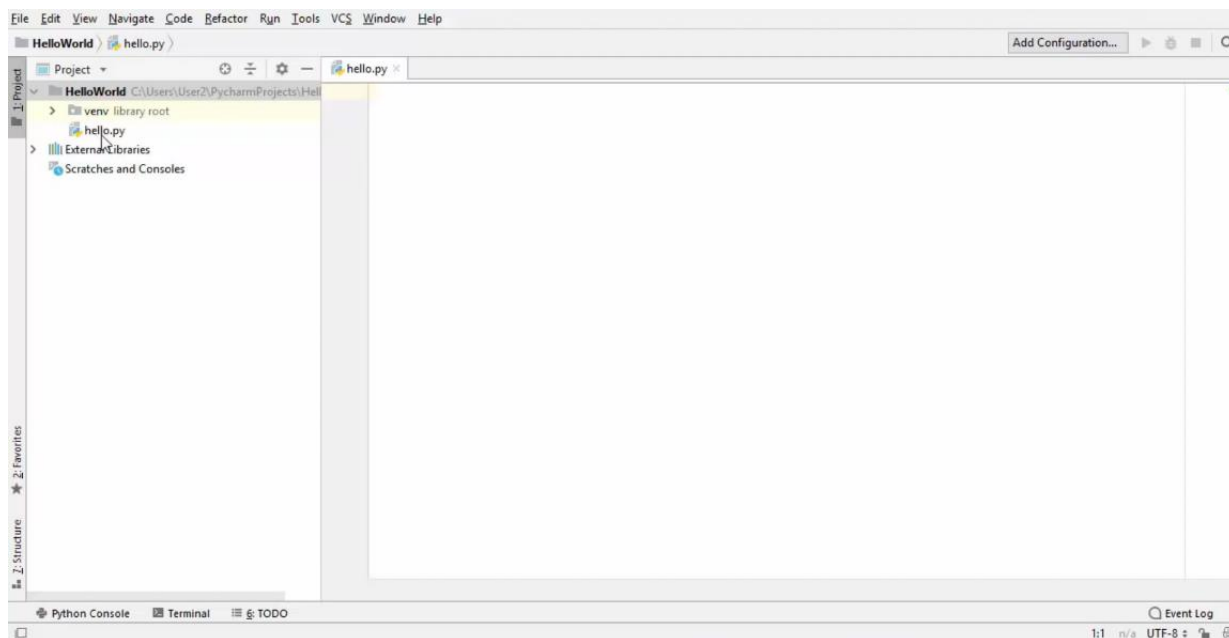


Рисунок 4.8 Середовище програмування PyCharm

Отже, для розробки програмного забезпечення буде використовуватись середовище розробки PyCharm.

4.4 Підключення та налаштування периферійного обладнання

Для повноцінної роботи системи окрім центральної обчислювальної машини потрібно ще додати периферійне обладнання. Периферійне обладнання – це пристрої, що забезпечують введення та виведення інформації з обчислюваної системи. Вони бувають трьох типів – введення (комп’ютерна миша, мікрофон, різноманітні датчики, тощо), виведення (монітор, акустична система, проектор, тощо) та зберігання (USB-flash накопичувач, жорсткий диск, стрічковий накопичувач, тощо).

Для кожного виду периферійного пристрою використовується свій роз’єм та конектор для підключення його до системи. Наприклад, для підключення до

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

комп'ютеру клавіатури або миші раніше використовувався роз'єм та конектор типу PS/2, тепер вони підключаються через USB, для монітору – HDMI, а для жорсткого диску використовується SATA кабель. Проте, одноплатний комп'ютер не має таке різноманіття роз'ємів. Однак, на своїй платі він має певну кількість портів введення-виведення живлення та «землі», за допомогою яких і відбувається підключення периферійних пристроїв, або спеціальних роз'ємів. На рисунку 4.9 зображена схема портів введення та виведення одноплатного комп'ютера Orange PI Zero.

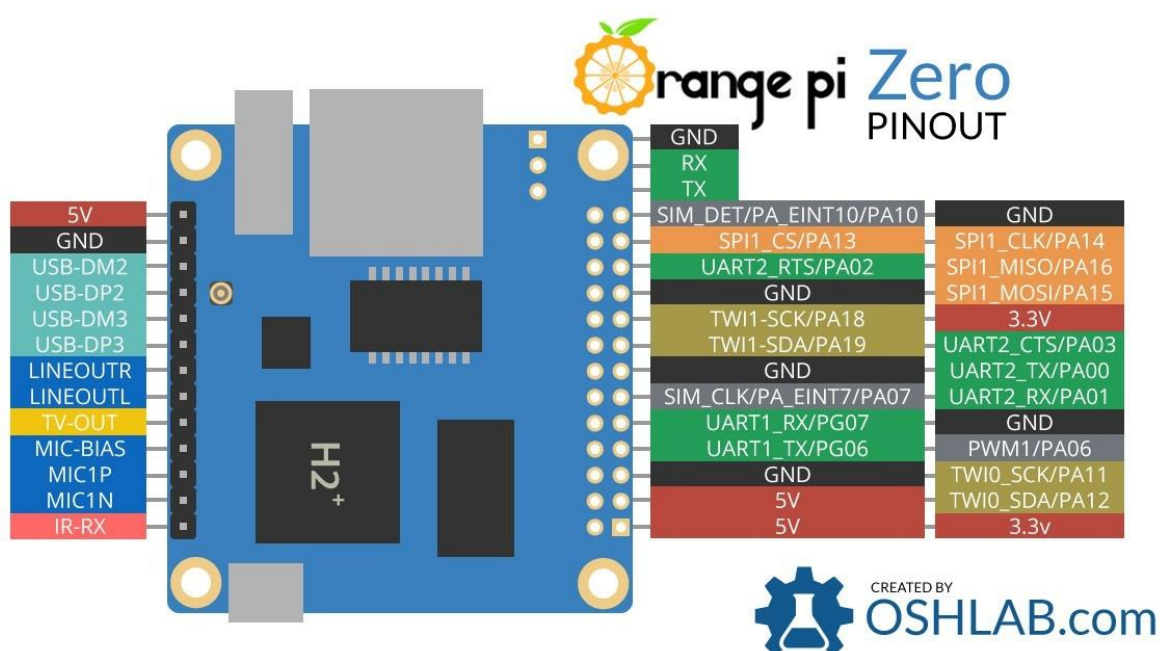


Рисунок 4.9 Схема портів вводу-виводу Orange PI Zero [16]

Пристрої, що підключаються мають щонайменше 3 порти. Один порт використовується для живлення, другий для «землі», інші для передачі даних. Як можна побачити на рисунку 4.9, Orange PI Zero має в собі 5 портів живлення, з яких 3 на 5 В, та 2 3.3 В та 7 для «землі», інші використовуються для передачі даних. Передача даних з цих портів виконується під напругою 3.3 В. Також, якщо потрібен додатковий порт на живлення, можна перелаштувати будь-який з портів з поміткою «РА» для живлення в 3.3 В.

Проте, окрім підключення до потрібного порту недостатньо для керування тим чи іншим обладнанням. Також потрібно налаштувати порт під потрібний режим – введення чи виведення. Для налаштування портів потрібно завантажити додаток WiringOP. WiringOP – це open source бібліотека для керування портами GPIO. Для її завантаження потрібно, щоб на одноплатному комп’ютері був встановлений додаток git-core для завантаження з GIT. Після завантаження та встановлення git-core встановлюємо WiringOP. Коли додаток завантажено, перевіряємо його, написавши запит про виведення інформацію про стан портів на даний момент. Отримаємо наступну інформацію на екрані (рисунк 4.10):

```
root@orangezero:~# gpio readall
```

Orange Pi Zero											
H2+	wPi	Name	Mode	V	Physical	V	Mode	Name	wPi	H2+	
		3.3v			1	2		5v			
12	8	SDA.0	ALT5	0	3	4		5V			
11	9	SCL.0	ALT5	0	5	6		0v			
6	7	GPIO.7	IN	1	7	8	0	ALT5	TxD3	15	198
		0v			9	10	0	ALT5	RxD3	16	199
1	0	RxD2	ALT5	0	11	12	0	ALT3	GPIO.1	1	7
0	2	TxD2	ALT5	0	13	14		0v			
3	3	CTS2	ALT3	0	15	16	0	ALT4	GPIO.4	4	19
		3.3v			17	18	0	ALT4	GPIO.5	5	18
15	12	MOSI	ALT3	0	19	20		0v			
16	13	MISO	ALT3	0	21	22	1	OUT	RTS2	6	2
14	14	SCLK	ALT4	0	23	24	0	ALT4	CE0	10	13
		0v			25	26	1	OUT	GPIO.11	11	10
LEDs											
17	30	STAT-LED	OUT	0	27	28		PWR-LED			
H2+	wPi	Name	Mode	V	Physical	V	Mode	Name	wPi	H2+	

Рисунок 4.10 Інформація про поточний стан портів

Вивід цієї команди покаже нам таблицю, де заголовки стовбців означають:

- H2+ – номери портів введення-виведення процесору;
- wPi – номери портів введення-виведення в бібліотеці wPi;
- Name – назва певного порту;
- Mode – режим порту, в який він зараз встановлений;
- V – показує чи подається на порт напруга, 1, якщо так, 0, якщо ні;
- Physical – показує номер порту, яким він фізично розташований на платі.

Тепер потрібно підключити периферійні пристрої до потрібних портів. На датчику температури є 3 порти – живлення, «земля» та передача даних. Живлення датчика підключаємо до 5V, «землю» до GND, 0V, порт для даних під'єднаємо до порту PWM1/PA06. За допомогою мови програмування Python пишемо скрипт для знаття даних з датчика. Для цього скрипта вирішено створити новий файл temperature.py, оскільки на одноплатному комп'ютері буде виконання саме окремих скриптових файлів для окремих, не зв'язних одна з одною операцій.

```
# initialize GPIO
PIN6 = port.PA6
gpio.init()

# initialize POST server
server = smtplib.SMTP('smtp.gmail.com', 587)
server.login("monitoringKira@gmail.com", "passwd")
msg = "DATE IS CRITICAL! CHECK IT!"

# read data using pin 6
sensor = dht.DHT(pin=PIN6)

while True:
    result = sensor.read()
    if result.is_valid():
        print("Data was taken at: " + str(datetime.datetime.now()))

        if result.temperature >= 30:
            print ("!CRITICAL! TEMPERATURE IS TOO HIGH")
            server.sendmail("monitoringKira@gmail.com", "kovkiralex@gmail.com", msg)
            if result.temperature >= 40:
                os.system("relayOff.py")

        if result.himidity >= 20:
            print ("!CRITICAL! HIMIDITY IS TOO HIGH")
            server.sendmail("monitoringKira@gmail.com", "kovkiralex@gmail.com", msg)
            if result.himidity >= 40:
                os.system("relayOff.py")

        print("Temperature: {0:0.1f} C".format(result.temperature))
        print("Himidity: {0:0.1f} C".format(result.himidity))

    time.sleep(3600)
```

Рисунок 4.11 Тіло скрипта temperature.py

Задачею цього скрипта є знаття показу з температурного датчика та виведення отриманих на екран. Для початку знімання даних потрібно створити

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

змінну до якої записується поточний порт виведення. Для датчику температури використовуємо порт PA06, записуємо до змінної PIN6, ініціалізуємо контролер GPIO.

Дані з датчику будуть зніматися в нескінченному циклі. Зчитуємо дані з датчика та записуємо до змінної result. Потім йде перевірка чи не сталося помилки зі зчитуванням величини. Якщо помилки немає, виводиться дата та час коли було зроблено замір температури. Наступною дією є перевірка висока або ні температура в приміщенні. Якщо температура висока, більше 30 С°, виводиться повідомлення, що температура в приміщенні критична.

Також, оскільки користувач не завжди може дивитись за показами температурного датчика, вирішено повідомляти користувача. При перевищенні критичного значення температури користувачеві буде надсилатися лист на електронну пошту, що ситуація критична та потрібно втручання. Також, окрім температури даний датчик може вимірювати й вологість повітря. Це є також корисним, оскільки при високій вологості може статися корозія контактів, що також призводить до критичного стану обладнання.

Також при перевищенні критичної відмітки на деяке значення, скрипт буде запускати інший скрипт – відключення реле. Ця екстрена міра потрібна для того, щоб уникнути повний вихід обладнання зі стану.

Наступним до одноплатного комп'ютера буде підключатися реле. В нього, як і в датчика температури є три входи, на живлення, «землю», та дані. В якості даних реле сприймає логічний нуль, або одиницю, що означає подається на нього електрика чи ні. Дане реле з низьким рівнем тригера та двома портами стану реле – нормально відкритим та нормально закритим. Це означає, що через один з цих двох портів виводу завжди буде подаватися електрика. Різниця в тому, коли вона проходить через той або інший порт.

Так як дане реле з низьким рівнем тригера, то при логічному нулеві, реле буде в стані спокою, та, електрика буде проходити через нормально відкритий порт, та навпаки при логічній одиниці буде відкритим нормально закритий порт. Це варто

					IA51.120BAK.005 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

враховувати при підключенні реле в розрив мережи для віддаленого вмикання та вимикання електрики.

Для керуванням станами реле було вирішено написати два скрипта, relayOn.py та relayOff.py. Структура обох скриптів схожа. Спочатку вони ставлять порт в режим виводу. Потім, перший подає на ввід реле логічну одиницю, чим вмикає реле, на ньому включається зелений індикатор та відкривається нормально закритий порт. Другий, в свою чергу подає логічний нуль, на реле зелений індикатор згасає та нормально закритий порт переходить в своє положення по замовчуванню.

Проте під час тестування виплило, що даному реле недостатньо напруги, котру видає одноплатний комп'ютер на портах виводу – 3.3 В. Через це стан реле не перемикається, тому в схему підключення реле було вирішено додати підсилювач струму.

Для підключення підсилювача, окрім вже задіяних портів потрібно додати ще два порти живлення, один на 5 В, інший на 3 В та «землі». Порт для виводу даних підключаємо до вхідного порту підсилювача, також до вхідного порту під'єднується живлення 3.3 В. З іншої сторони підсилювача вмикається опорний струм, в даному випадку – 5 В, «земля» та вивід підсиленого сигналу на реле. Перевіряємо роботу скриптів.

```
root@orangepi-zero:~# python3 relayOn.py
Relay is ON.
root@orangepi-zero:~# python3 relayOff.py
Relay is Off.
```

Рис 3.11 Результат роботи скрипта

Окрім текстового відображення також можна почути особливий звук клацання реле та побачити активний зелений індикатор, у разі включеного реле.

Також для доступу до мережевого обладнання потрібно підключити конектор RS232. Це конектор для консольного порту з доступом до керування мережевим

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

комутатором. Використовується саме він через те, що таке налаштування комутатора є більш стабільним. Даний роз'єм має чотири конектора для підключення з GPIO. Двоє з них відповідають за живлення та «землю», один за введення даних, інший за їх виведення.

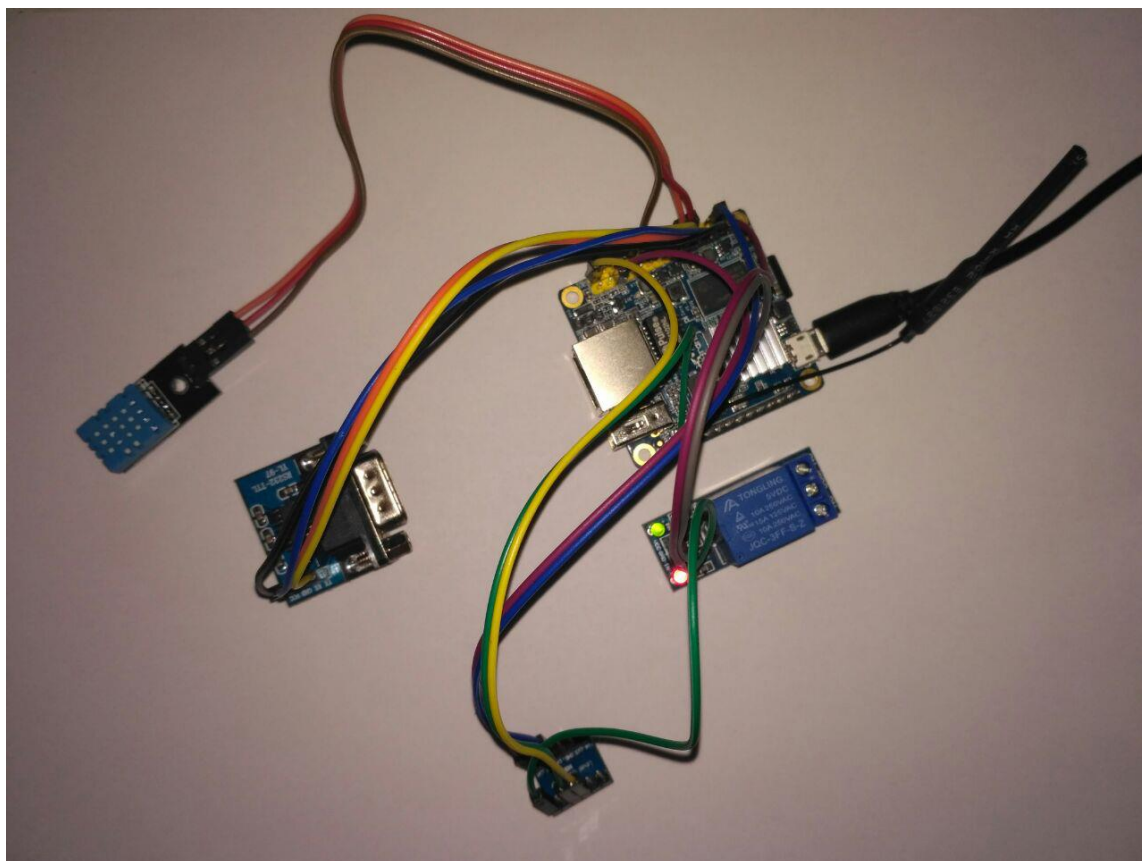


Рисунок 4.12 Одноплатний комп'ютер з підключеними периферійними пристроями

На рисунку 4.12 зображений одноплатний комп'ютер Orange Pi Zero з підключеним до нього (зліва направо) датчиком температури LM35dz, портом виводу RS-232, та електромеханічним реле JQC-3FF-SZ.

4.5 Пам'ятка користувачеві

Перед початком роботи потрібно підключити мережевий фільтр, до якого буде підключатися комутатор в розрив мережі до реле. Одноплатний комп'ютер

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

включаємо до іншої розетки. Одразу налаштовуємо Wi-Fi з'єднання. Для цього підключаємось до одноплатного комп'ютера та вводимо команду «sudo nmtui-connect Test_WiFi», де Test_WiFi – це назва Wi-Fi мережі. У наступному вікні вводимо пароль до цієї мережі. Таким чином в пам'ять одноплатного комп'ютера записалась дана бездротова мережа, та коли вона буде доступна, він самостійно до неї підключиться.

На своєму комп'ютері також підключаємось до цієї мережі. Оскільки раніше налаштовували статичну IP адресу для бездротового з'єднання, то по цій адресі заходимо на одноплатний комп'ютер за допомогою протоколу SSH.

Запускаємо скрипт перевірки температури. На рисунку 4.13 показаний вивід, бачимо, що температура в межах норми, додаткового охолодження поки що не потрібно.

```
root@orangepizero:~# python3 temperature.py
Temperature data was taken at: 2019-06-12 22:03:14.170806
Temperature: 24.0 C
Temperature data was taken at: 2019-06-12 22:03:18.479552
Temperature: 24.0 C
Temperature data was taken at: 2019-06-12 22:03:22.788117
Temperature: 24.0 C
```

Рисунок 4.13 Покази температури в приміщенні

Підключаємо мережевий комутатор до мережевого фільтру, запускаємо скрипт relayOn.py. Бачимо зелений індикатор на реле, та те, що комутатор включився.

Наступним кроком підключаємо до комутатора та одноплатного комп'ютера консольний кабель. Для прикладу був взятий комутатор Cisco Linksys SRW224G4. Щоб налаштувати комутатор будемо використовувати консольну програму minicom. Відкриваємо програму з правами адміністратора. Бачимо наступний перелік:

- папки та файли;
- протоколи;

					IA51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- налаштування послідовного порту;
- модем та дзвінок;
- екран та клавіатура;
- зберегти налаштування як dfl;
- зберегти налаштування як;
- вихід;
- вихід з Minicom;

Обираємо пункт «налаштування послідовного порту». В цьому пункті меню потрібно виставити наступні налаштування:

- послідовний порт – /dev/tty8;
- швидкість/парність/біти – 38400 8N1;
- апаратне керування потоком – ні;
- програмне керування потоком – ні;

Апаратне та програмне керування потоками повинні бути відключені через те, що мережевий комутатор не буде реагувати на натисненні клавіші клавіатури, при увімкнених цих параметрах.

Для вибору швидкості потрібно натиснути відповідну кнопку на клавіатурі, в даному випадку була кнопка «Е». По натисненню, попадаємо в меню «Параметри зв'язку», де вибирається швидкість та стоп біти. Для обраного за приклад комутатора Cisco Linksys SRW224G4 оптимальною швидкість є 38400 бод, якщо вона буде іншою, то отримане зображення з комутатора буде спотворене.

Після налаштування обраних параметрів виходимо з меню та попадаємо до консолі мережевого комутатора.

4.6 Висновки до розділу 4

У результаті виконання третього розділу дипломної роботи виконано опис основних складових розробленої системи, а також описано роботу системи, робота з системою за допомогою віддаленого керування.

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Проаналізовано та обрано середовище розробки скриптів для моніторингу та керування системою – PyCharm. Вибір був зроблений з огляду на простоту та функціонал, що надає дане IDE.

У вибраному середовищі розробки написані скрипти для роботи з периферійним обладнанням. Окремо для включення та виключення реле. Також був реалізований скрипт моніторингу температури з сповіщенням користувача та екстреним відключенням обладнання.

Описано способи підключення периферійних пристроїв до системи. Налаштовано їх роботу та перевірено за допомогою реалізованих скриптів. Перевірка виявила, що система працює так, як планувалось.

При початковому налаштуванні обладнання обрано та конфігуровано інтерфейс UART для взаємодії з елементами системи.

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В рамках дипломного проекту розглянуто вбудовані системи та їх робота з віддаленим керуванням. А саме склад вбудованих систем, їх класифікація, поширення та керування ними через мережу Інтернет. Тому прийнято рішення створити лабораторний стенд для контролю та конфігурації вбудованих систем.

Проаналізовано існуючі варіанти вбудованих систем, особливості їх конструкцій, використання. В результаті аналізу було обрано вбудовану систему на основі одноплатного комп'ютера.

Також проаналізовано найпоширеніші методи віддаленого підключення до обладнання, їх переваги та недоліки. В результаті аналізу обрано спосіб підключення за допомогою протоколу SSH.

Проаналізовано технічні характеристики одноплатних комп'ютерів та обрано одноплатний комп'ютер, що за своїм функціоналом задовольняє системі. Також проведено аналіз та обрано периферійне обладнання для моніторингу стану системи та керування електричним живленням.

У рамках дослідження було побудовано тестову модель лабораторного стенду та перевірено взаємодію з віддаленим керуванням і периферією системи.

При розробці у систему було закладено потенціал до модернізації та покращення роботи системи.

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки до виконання комп'ютерного практикуму з дисципліни «Моделювання процесів і систем» [Текст] / Уклад.: В.А. Жеребко. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 78 с., с. 7
2. The Grid of Online Laboratory Devices Ilmenau (GOLDi) [Електронний ресурс] // – Режим доступу: <http://www.goldi-labs.net/index.php?Site=1>
3. BPI-M2 Ultra hardware spec [Електронний ресурс] // – <https://bananapi.gitbooks.io/bpi-m2-ultra-open-source-single-board-computer/content/bpi-m2ultrahardwarespec.html>
4. DATASHEET Raspberry Pi Compute Module 3+ [Електронний ресурс] // – https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/computemodule/datasheets/rpi_D ATA_CM3plus_1p0.pdf
5. DATASHEET Orange Pi Zero [Електронний ресурс] // – https://img.ozdisan.com/ETicaret_Dosya/517063_2373972.pdf
6. We are social [Електронний ресурс] // – Режим доступу: <https://wearesocial.com/blog/2019/01/digital-2019-global-internet-use-accelerates>.
7. Evolution of Ethernet [Електронний ресурс] // – Режим доступу: <https://www.networkworld.com/article/2869883/evolution-of-ethernet.html#slide6>
8. Rdesktop [Електронний ресурс] // – <http://www.rdesktop.org/#docs>
9. Teamviewer - features [Електронний ресурс] // – <https://www.teamviewer.com/en/features/>
10. Netfoss - The Telnet Protocol [Електронний ресурс] // – <http://www.pcmicro.com/netfoss/telnet.html>
11. The Secure Shell (SSH) Protocol Architecture [Електронний ресурс] // – <https://tools.ietf.org/html/rfc4251>
12. Технічна специфікація на датчик температури DHT11 [Електронний ресурс] // – Режим доступу <https://www.mouser.com/ds/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf>

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

13. Офіційний сайт програмного забезпечення Orange PI [Електронний ресурс] // – <https://orangepi.su/index.php>

14. Офіційний сайт програмного забезпечення Rufus [Електронний ресурс] // – Режим доступу <https://rufus.ie/>

15. GNU Emacs [Електронний ресурс] // – <https://www.gnu.org/software/emacs/>

16. Orange Pi Zero Pinout [Електронний ресурс] // – <https://oshlab.com/orange-pi-zero-pinout/>

					ІА51.120БАК.005 ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		